

UNIVERSIDAD DEL ACONCAGUA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA

TEMA GENERAL: *“Descripción del comportamiento del ángulo de incidencia y de consecuencia en disparos efectuados a lámina metálica de bajo contenido de carbono”.-*

- Autor: Angeleri Lorena Beatriz.-
- Director: Lic. Escudero, José Gustavo.-
- Año: 2014.-

RESUMEN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se planteó como objetivo general verificar el comportamiento de los ángulos de incidencia y de consecuencia, cuando un proyectil calibre 9mm, ojival o tronco-cónico, perforan una lámina de acero (calibre 20) de bajo contenido de carbono a 90°, 70°, 50° y 30°.

En la experiencia se utilizó un arma de fuego pistola, calibre 9mm, Hi- Power, semiautomática, con la que se dispararon proyectiles de cartuchos calibre 9mm, de fábrica, marca Magtech, con bala punta ojival y tronco- cónica, sobre un dispositivo que permitió controlar tanto la trayectoria incidente como consecuente. Para medir correctamente las trayectorias se utilizaron planillas milimetradas, que fueron atravesadas en tres puntos: al inicio, antes de impactar cada lámina y después de atravesarla.

Luego de obtenidas todas la experiencias se procedió a analizar las planillas milimetradas, para obtener los datos específicos del paso del proyectil en cada punto de la trayectoria, tanto en el eje horizontal como en el vertical.

El análisis de los datos permitió describir el comportamiento de los ángulos de incidencia y de los ángulos de consecuencia.

Este trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación en la que se viene trabajando en busca de conocer el modo de establecer la posición de la foca de fuego.

RESUME OF RESEARCH WORK

In this paper arose as a general objective to verify the behavior of the angles of incidence and subsequent when a 9mm bullet, pointed or truncated cone, drills through a low carbon density steel sheet (20 gauge) at 90 ° , 70 ° , 50 ° and 30 ° .

Fire pistol gun was used in the experiment, 9mm caliber, Hi-Power semi-automatic, with which 9mm caliber cartridges projectiles were fired, Magtech brand, with pointed and frustoconical tip bullet on a device which allowed to control both the incident and subsequent trajectory. To correctly measure the trajectories millimeter sheets were used, which were traversed in three points: initially, before impacting each sheet and after crossing.

After obtaining all the results we proceeded to analyze the millimeter sheets, for specific details on each transition of the projectile on each point of the path, both on the horizontal and vertical axis.

Data analysis was to describe the behavior of the angles of incidence and subsequent angles.

This work is part of the line of research that has been worked to find how to set the position of focus fire.

ÍNDICE

RESUMEN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	-4-
SUMMARY OF RESEARCH.....	-5-
INTRODUCCIÓN.....	-8-
CAPÍTULO I.....	- 10 -
1.1 PROBLEMÁTICA.....	- 11 -
1.2 OBJETIVOS.....	- 12 -
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	- 12 -
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	- 12 -
CAPÍTULO II.....	- 13 -
2.1. ANTECEDENTES.....	- 14 -
2.2. MARCO TEÓRICO	- 16 -
CAPÍTULO III.....	- 21 -
3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	- 22 -
3.1.1. Tipo y nivel de investigación:.....	- 22 -
3.1.2. Método y diseño de la investigación:	- 22 -
3.1.3. Población y muestra de la investigación:.....	- 22 -
3.1.4. Técnicas e instrumentos de investigación:	- 23 -
CAPÍTULO IV	- 31 -
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	- 32 -
4.1.1. Datos obtenidos para disparos a 90° de incidencia.....	- 32 -
4.1.2. Datos obtenidos para disparos a 70° de incidencia.....	- 36 -

4.1.3. Datos obtenidos para disparos a 50° de incidencia	- 40 -
4.1.4. Datos obtenidos para disparos a 30° de incidencia	- 44 -
CAPÍTULO V	- 48 -
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	- 49 -
5.1.1. Discusión según ángulo y plano de trabajo:	- 49 -
5.1.2. Discusión por experiencia enfrentando ángulo alfa con ángulo beta:	
- 51 -	
CAPÍTULO VI	- 67 -
6.1. CONCLUSIONES.....	- 68 -
6.2. OTRAS LÍNEAS INVESTIGATIVAS.....	- 70 -
BIBLIOGRAFÍA.....	-71 -
ANEXOS.....	-73-

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es de público conocimiento, que en diversos hechos delictivos se utilicen armas de fuego, produciendo graves daños a la salud de los agredidos, hasta en casos desafortunados llegar a la muerte de las personas. También se encuentra que cuando se agreden a personas con armas de fuego, hay algún elemento interpuesto entre la boca del arma de fuego y la persona que está siendo agredida, dejando así indicios importantes en materiales.

Se dificulta en la investigación de estos sucesos encontrar la posición, de la boca del arma de fuego, desde donde se produjo el disparo, y deducir la trayectoria recorrida por el proyectil. Es por ello que éste trabajo buscó dar respuestas a las problemáticas presentes, cuando un proyectil haya impactado en una lámina de acero de bajo contenido de carbono, y aclarar dudas frecuentes en la investigación y al momento de la interpretación de los indicios encontrados, tal como se detalla en la formulación de la problemática del capítulo I.

Para el presente trabajo se realizó una búsqueda de antecedentes, que es detallada en el capítulo II. En el mismo capítulo se detalla el marco teórico sobre el cual se afirma la presente investigación.

Esta investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo. Se utilizaron probetas metálicas de acero de bajo contenido de carbono (calibre 20) para la obtención de la muestra, ya que este material es el utilizado en la industria automotriz. Se realizaron disparos sobre estas láminas metálicas con una pistola, calibre 9mm, Hi- Power, semiautomática, y para producir las trayectorias se dispararen proyectiles de cartuchos calibre 9mm, de fábrica, marca Magtech, con bala punta ojival y tronco-cónica. Estos y otros aspectos metodológicos se desarrollan en el capítulo III.

En el desarrollo del siguiente trabajo, los datos obtenidos de las experiencias fueron volcados a una planilla ad hoc, y analizados en el capítulo IV, luego a los mismos datos se los sometieron a una discusión, en el capítulo V, que nos permitan ampliar el análisis de la información obtenida, para así poder plasmar las correctas conclusiones en el capítulo VI.

CAPÍTULO I

❖ PROBLEMÁTICA

❖ OBJETIVOS

1.1 PROBLEMÁTICA

En la actualidad estamos insertos en una sociedad donde es frecuente el enfrentamiento armado, entre policías y delincuentes o en riñas callejeras, donde mueren o resultan lesionados personas inocentes, ocurren numerosos hechos delictivos que tienen como protagonistas disparos de armas de fuego hacia vehículos, dejando diversos orificios producidos por el paso del proyectil a través de automóvil. En el momento de la inspección ocular se busca encontrar características de los orificios por donde penetra el proyectil para poder establecer el ángulo por el que ingresa, y la trayectoria que éste realiza, y así poder establecer en forma aproximada la posición de la boca de fuego.

Los autores tradicionales (Guzmán, 2000; Ferreyro, 2007; Chiviló, 2008), determinan que hay que encontrar al menos dos daños para establecer la trayectoria realizada por el proyectil, ya que se describe a ésta como una recta.

Se han realizado investigaciones que determinan que es factible estudiar detalladamente la morfología de los orificios y los signos que estos presentan para acotar la posición de la boca de fuego, como Guevara (2010) y Rossi, et.al (2014).

Pero a la hora de determinar el recorrido del proyectil, se encuentra con que no siempre las trayectorias balísticas se tratan de una única recta, sino que pueden ser constituidas por dos semirrectas, las cuales en su intersección pueden presentar una desviación. Guevara (2010) menciona que se encuentran aspectos que evidencian que el proyectil a pasar por una placa metálica, éste desvía su trayectoria con un ángulo diferente respecto al que tuvo cuando tomó contacto con el plano afectado. Guevara (2013) retoma la investigación, descubriendo que se produce una desviación en el proyectil, tanto en el eje horizontal como en el eje vertical.

Entendiendo la presencia de ésta desviación, es importante conocer la variación del ángulo consecuente con respecto al ángulo incidente y así determinar el desvío de la

trayectoria del proyectil, cuando éste atraviesa una lámina de acero de bajo contenido de carbono. Esto lleva a plantear: ¿Cuál es el comportamiento de los ángulos de incidencia y consecuencia de las trayectorias descritas por proyectiles calibre 9mm, ojivales y tronco-cónicos, cuando perforan una lámina de acero (calibre 20) de bajo contenido de carbono a 90°, 70°, 50° y 30° de incidencia?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Verificar el comportamiento de los ángulos de incidencia y de consecuencia, cuando un proyectil calibre 9mm, ojivales y tronco-cónicos, perforan una lámina de acero (calibre 20) de bajo contenido de carbono a 90°, 70°, 50° y 30°.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir el comportamiento de los ángulos incidentes (horizontal y vertical).
- Describir el comportamiento de los ángulos consecuentes (horizontal y vertical).

CAPÍTULO II

❖ ANTECEDENTES

❖ MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Diversos autores han investigado sobre la trayectoria de los proyectiles antes y después de sobrepasar por un objeto.

Guzmán (2000) advirtió que no se encuentra mucha bibliografía respecto a conocer trayectorias de proyectiles disparados con armas de fuego, y expresa que para determinar correctamente una trayectoria se necesitan como mínimo dos puntos afectados por el proyectil. Realiza una investigación sobre disparos con escopetas, y logra establecer que hay un diámetro del dibujo a corta distancia y otro diámetro a larga distancia.

El mismo autor también realizó un análisis sobre los efectos que producen los proyectiles sobre chapas de acero, determinado que los calibres más grandes y a alta velocidad remueven discos metálicos del centro del orificio, y que los bordes evertidos adoptan formas de rulos.

Otros autores abordaron la problemática con otros elementos, como es el caso de Gobbi (1983), quien obtuvo conclusiones determinantes sobre el estudio físico de las roturas de vidrios, en donde se pudo determinar la dirección de la fuerza, sentido de la misma, su intensidad y cronología frente a roturas varias. Ferreyro (2007) basándose en sus estudios con disparos de armas cortas y largas, y con proyectiles de distintas formas y tamaños sobre madera, determina que proyectiles de punta aguzada y de punta plana se comportan de distintas maneras, y que se pueden diferenciar los signos de proyectiles encamisados a los no encamisados. Agrega en su trabajo que el cilindro descrito por el cuerpo del proyectil y la línea de la superficie afectada por los ejes longitudinales del elemento y la transversal, se obtiene un triángulo útil para la determinación del ángulo de incidencia vertical, pero establece que en ángulos de incidencia menores de 90° definen una zona de ingreso, y que en ángulos muy pequeños no se llega a atravesar el elemento, sino que solo consigue fisurarlo.

Luego Chiviló (2008) replica aquel hallazgo, pero separa el análisis en dos planos, el orificio de entrada y el de salida, donde explica que es posible que el orificio de entrada tenga diámetro parecido al proyectil y forma regular, pero que el orificio de salida puede ser ligeramente mayor, presentando pérdida de material, o puede presentar desgarro en forma irregular, desplazando material. También describe que el proyectil, al tomar contacto con el blanco, produce una transferencia de material. Según éste modelo, el proyectil impacta en forma tangencial, dejando un surco erosivo más o menos reconocible por la presencia del material que el proyectil deja. Esto implica que a determinados ángulos de incidencia los proyectiles dejan atravesar completamente el blanco, circunstancia que ha sido evaluada por Garimendi (2004) en el estudio por lesión de rebote atípico de proyectil 9mm donde a la vez se refiere el trabajo de Burke y Rowe (1992, en Garimendi, 2004). En éste último trabajo se informa que para cada binomio cartucho-material se puede reconocer un ángulo crítico de incidencia, por sobre el cual los proyectiles perforan el blanco o se desintegran, aunque en impactos de ángulos menores al referido, los proyectiles al impactar se desvían en ángulos habitualmente bajos; efecto más frecuente en proyectiles de punta redondeada y baja velocidad.

Guevara (2010) realiza estudios con cartuchos calibre 9mm, sobre los signos característicos dejados en las chispas de bajo contenido de carbono por el paso del proyectil, y llega a la conclusión de que es factible estudiar detalladamente la morfología de los orificios y los signos que estos presenten para acotar la posición del tirador. En ésta misma línea se encuentra el trabajo de Rossi, et.al (2014) quien describe los signos característicos de la trayectoria incidentes con diferentes ángulos de impacto, sobre placas de acero laminado.

Guevara (2010) también menciona que se encuentran aspectos que evidencian que el proyectil, al pasar por una placa metálica, desvía su trayectoria con un ángulo diferente respecto al que tuvo cuando tomó contacto con el plano afectado. Guevara (2013) retoma

la investigación, y descubre que se produce una desviación en el proyectil, tanto en el eje horizontal como en el eje vertical.

Guzmán (2013) considera que el teorema de Pitágoras es útil para el análisis de patrones de sangre generados por una misma fuente, pero su uso para la reconstrucción de disparos es limitado, ya que los disparos que generaron los orificios pueden haber sido disparados de diversos ángulos. También realiza estudios trigonométricos para la reconstrucción de disparos, determinando que ésta puede ser la única forma de determinar trayectorias en el lugar del hecho.

2.2. MARCO TEÓRICO

En los trabajos que se realizan empleando para las experiencias elementos como armas de fuego, y municiones, la ciencia en la cual nos basamos para estudiar éstos elementos es la balística, que es la ciencia que estudia el alcance y la dirección de los proyectiles o del movimiento de ellos (Guzmán, 1997)

También se considera la balística forense, que es una rama especial de la ciencia balística, basada en las relaciones de identidad existentes entre las lesiones impresas en vainas y proyectiles por el arma utilizada y las partes o piezas de dicha arma productoras de las referidas lesiones. Pretende resolver toda la problemática que plantea la investigación de aquellos hechos delictivos en los que han intervenido armas de fuego.

Mientras que en la ciencia balística clásica el problema planteado es qué arma y qué munición emplear para, efectuando un disparo desde una distancia determinada y con un determinado ángulo de tiro, lograr ciertos efectos en un blanco concreto, la balística forense actúa en sentido inverso. Es decir, a la vista de los efectos producidos en un blanco concreto, debe determinar el tipo de arma y de munición utilizada, la distancia desde la que se efectuó el disparo, el ángulo de incidencia, si la vaina y el

proyectil recogidos han sido percutidos y disparados, respectivamente, por el arma sospechosa o lo han sido por otra diferente (Nieto Alonso, 2002).

Dentro de la ciencia balística se encuentran tres ramas, que son la balística interior, la balística exterior, y la balística de efectos. Ésta última estudia el efecto que produce el proyectil en el blanco.

Dentro del interés de estudio de la balística de efectos se encuentra el ángulo de incidencia, cuyo ángulo se compone por su vértice ésta en el orificio de entrada y sus lados lo forman la horizontal y la tangente de la trayectoria (Guzmán, 1997).

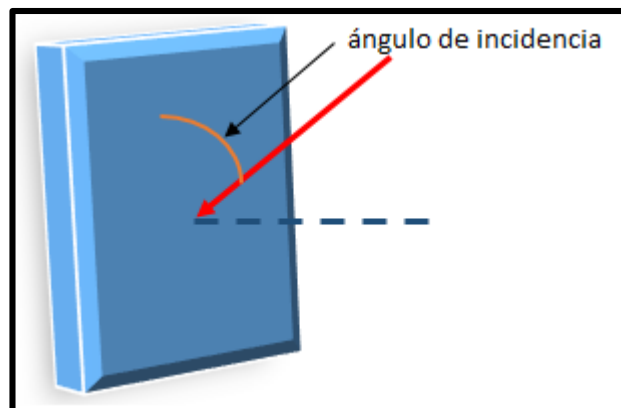


Ilustración 1: ÁNGULO DE INCIDENCIA. Fuente: elaboración propia

Otro estudio de interés que posee la balística de efectos son los ángulo de consecuencia, que se produce cuando el proyectil atraviesa el blanco, su vértice se encuentra en el orificio de salida, y sus lados lo forman la horizontal y tangente de la trayectoria (como se puede observar en la figura n°2).

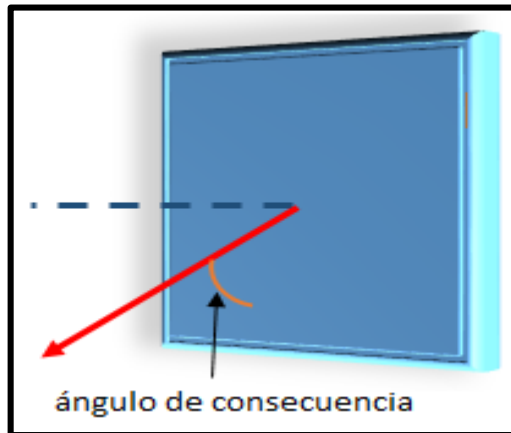


Ilustración 2: *ÁNGULO DE CONSECUENCIA*. Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de dichos ángulos se utiliza la ciencia física, a través de la aplicación del teorema de Pitágoras y de trigonometría (Guzmán y Ferreyro, 2013). Pero para entender éstas funciones, primero debemos explicar lo que es un triángulo rectángulo: Los triángulos son figuras geométricas con tres lados y tres ángulos. Este tipo de triángulo se caracteriza por tener uno de sus ángulos con medida igual a 90° . A este ángulo también se le conoce como ángulo recto. La suma de todos los ángulos en un triángulo es de 180° . En el caso de los triángulos rectángulos, como el ángulo recto mide 90° , entonces los otros dos ángulos sumados son igual a 90° .

El lado que queda opuesto o de frente al ángulo recto, siempre es el lado más largo. A este lado lo denominamos hipotenusa. Los otros dos lados del triángulo lo denominamos catetos. Así que los lados de un triángulo rectángulo están compuestos por la hipotenusa y los catetos. Al igual que con los ángulos de los triángulos, existe una relación entre los catetos y la hipotenusa. Según postulara el matemático ***Pitágoras en su teorema***, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.

$$\text{hipotenusa}^2 = \text{cateto}1^2 + \text{cateto}2^2$$

La trigonometría es el estudio de la relación entre los lados y los ángulos del triángulo rectángulo. Muchas aplicaciones de la trigonometría dependen de esta relación. A estas relaciones se las denomina funciones trigonométricas.

Sea el triángulo ABC un triángulo rectángulo con el ángulo recto en el vértice C. Sus lados a y b son sus catetos y el lado c la hipotenusa. Cada ángulo, en el triángulo tiene un lado opuesto, lado de frente al ángulo, y un lado adyacente, lado que forma parte del ángulo en cuestión.

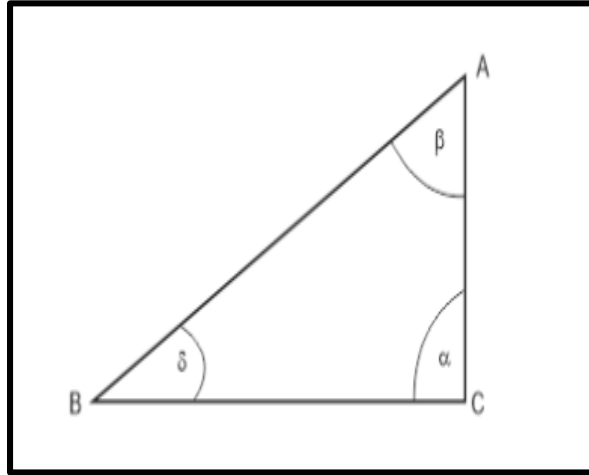


Ilustración 3: TRÍANGULO RECTÁNGULO. Fuente: elaboración propia

En el caso del ángulo recto, hay que notar que tiene como lado opuesto a la hipotenusa y no tiene lado adyacente. El identificar los lados opuestos y adyacentes respecto a un ángulo es sumamente importante a la hora de definir las funciones trigonométricas. En esta unidad solamente definiremos las tres funciones trigonométricas básicas: seno, coseno y tangente. Estas son las convenientes y utilizadas en física para resolver problemas. Estas son:

- *Seno*

Se define la función seno (sen) de un ángulo como la proporción que existe entre el lado opuesto y la hipotenusa. Matemáticamente esta proporción se expresa como:

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}}$$

- Coseno

La función coseno (cos) se define como la proporción entre el lado adyacente y la hipotenusa. Esta función se expresa como:

$$\cos \alpha = \frac{\textit{cateto adyacente}}{\textit{hipotenusa}}$$

- Tangente

La función tangente se define como la proporción entre el lado opuesto y el adyacente. Esta función se expresa como:

$$\tan \alpha = \frac{\textit{cateto opuesto}}{\textit{cateto adyacente}}$$

CAPÍTULO III

❖ METODOLOGÍA DE LA
INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo y nivel de investigación:

La investigación se abordó desde el enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo.

3.1.2. Método y diseño de la investigación:

Atendiendo a la estrategia que se planificó para obtener la información emergente del fenómeno bajo estudio, y sobre todo por la necesidad de manipular intencionalmente y dentro de una situación de control de una de las variables para analizar las consecuencias que tal manipulación ejerce sobre otras de las variables, es que se optó por aplicar un diseño experimental del tipo cuasi-experimental. Se combinó el uso del método por medidas repetidas y el empleo de sujetos similares.

3.1.3. Población y muestra de la investigación:

La investigación abordó la problemática descrita exclusivamente respecto de los ángulos consecuentes generados por proyectiles, calibre 9mm de punta ojival y tronco-cónica, después de perforar láminas de acero de bajo contenido de carbono de calibre 20 a diversos ángulos de incidencia.

Por lo tanto la experimentación tendiente a generar las unidades de observación referidas, se aplicó sobre 31 probetas metálicas cuadradas, de 15 cm de lado que cumplan con las condiciones descriptas. La cantidad en cuestión buscó garantizar un número mínimo de repeticiones del fenómeno para fortalecer los estudios estadísticos. La muestra fué dirigida.

En cuanto al material objeto de los disparos, fue seleccionado por tratarse de un material regularmente utilizado en la confección de accesorios de la industria automotriz y en artículos de herrería; mientras que la munición se presenta con alta frecuencia en hechos criminales ocurridos en la Ciudad de Mendoza, Argentina, según datos observados.

3.1.4. Técnicas e instrumentos de investigación:

3.1.4.1. Dispositivo para el control del ángulo de incidencia:

A los efectos de asegurar y conocer la trayectoria incidente respecto del blanco, se efectuaron los disparos de la experimentación sobre un dispositivo de disparo construido al efecto. El dispositivo en cuestión se encuentra en uso en el Laboratorio de Criminalística de la Facultad de Psicología de la Universidad del Aconcagua- Mendoza.

El diseño y prestaciones se encuentran validados en trabajo de investigación que se realizó bajo el control académico del Consejo de Investigaciones de la Universidad del Aconcagua, con la dirección de Rossi, C. (2014), inscripto bajo el tema “balística de efectos: estudio de los signos característicos de la trayectoria incidente con diferentes ángulos de impacto, sobre placas de acero laminado”.

Consiste en un caño estructural de 6” de ancho y 4” de alto, sobre el que se instalan:

- a)- tres soportes de madera para el control de las respectivas trayectorias.
- b)- un soporte metálico para el control de inclinación (vertical y horizontal) de la trayectoria incidente.
- c)- un soporte regulable en altura y deriva para la fijación del arma empleada en la experimentación.

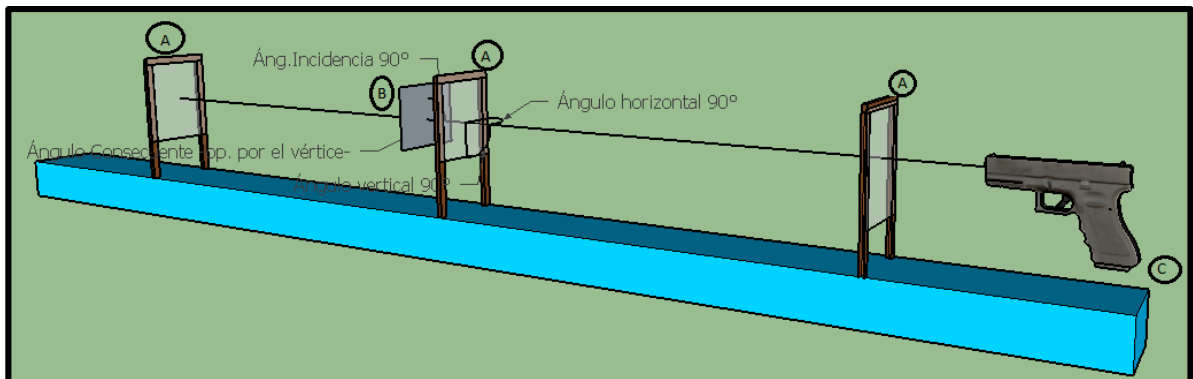


Ilustración 4: DISPOSITIVO DE DISPARO. Fuente elaboración propia

Se utilizaron otros recursos para el control de la trayectoria que producen los disparos, y establecer el centro del sistema sobre el que se realizan los disparos:

a)- haz de luz láser acoplable al centro del cañón del arma; garantiza conocer la línea de tiro.

b)- nivel de láser auto nivelante en cruz; garantiza conocer, en los distintos soportes de control de trayectoria, los ejes horizontales y verticales del dispositivo.

3.1.4.2. Accesorios para el control de trayectorias:

Para detectar la respectivas trayectorias (incidentes y consecuentes) se registró el paso del proyectil por plantillas milimetradas que se ubicarán en los tres soportes de control de trayectorias. Las plantillas en cuestión cuentan con un sector para completar información que indique:

a)- número de disparo.

b)- punto de trayectoria evaluado.

c)- velocidad inicial.

d)- distancia, en milímetros, del punto de penetración del proyectil a los respectivos ejes (vertical y horizontal) del dispositivo según los datos que se generan mediante un láser auto-nivelante en cruz.

La distancia en cuestión fue obtenida a través del escaneado del papel en resolución de 1200dpi, y midiendo milimétricamente a través del programa de computación COREL DRAW.

3.1.4.3. Arma de fuego seleccionada:

Pistola, calibre 9mm, Hi- Power, semiautomática.

3.1.4.4. proyectiles seleccionados:

Para producir las trayectorias se dispararon proyectiles de cartuchos calibre 9mm, de fábrica, marca Magtech, con bala punta ojival y tronco- cónica.

3.1.4.5. Control de velocidad del proyectil:

El control de velocidad inicial del proyectil fue verificado mediante la utilización de un cronógrafo balístico marca "Chrony", modelo "F1".

3.1.4.6. Procedimientos:

Cada una de las 31 probetas que forman cada grupo, fueron sometidas a un único impacto de proyectil, realizado a 997,5mm de distancia y a una inclinación, respecto del dispositivo, que garantice incidencias de 90°, 70°, 50° y 30°. Los ángulos se han seleccionado a partir de las observaciones generadas en el trabajo de Guevara (2010) por el cual se advierte que los efectos son poco diferenciables dentro del orden de 10° entre fenómenos.

A partir de lo descrito en el párrafo anterior, en función de los proyectiles seleccionados, se generaron ángulos consecuentes con dos tipos de puntas para el calibre seleccionado, en cada ángulo de incidencia.

Los comportamientos logrados en las trayectorias incidentes y consecuentes fueron observados en las planillas milimetradas, las cuales fueron sometidas a las técnicas para procesamiento de datos.

Para obtener los datos de las trayectorias, se colocaron tres (3) planillas milimetradas, a las que se les marcaron tres puntos centrales para centrar el punto de disparo, las mismas estaban preparadas con los datos de las trayectorias y con un sistema de coordenadas marcado por tres puntos referenciales. Dichas planillas fueron asignadas con una letra.

A las planillas milimetradas se las escaneó con una hoja de papel amarillo atrás para lograr visualizar bien el centro del daño, se le atravesaron rectas perpendiculares en forma de cruz en el centro del orificio y se le contó la distancia del centro del daño al centro del

sistema, se tomaron en cuenta las distancias en "X" e "Y", según los ejes cartesianos. Estos datos se volcaron a una planilla ad hoc en donde se realizaron los cálculos pertinentes.

3.1.4.7. Técnicas para procesamientos de datos:

Los resultados de cada efecto balístico consignados en planillas descriptas, fueron utilizados para realizar los cálculos trigonométricos respectivos para obtener los ángulos de incidencia y consecuencia. Ello requiere que tales datos sean puestos en función de la distancia entre los dispositivos de control de trayectoria A y B, y los dispositivos de control de trayectoria B y C, respectivamente.

Los cálculos que se realizaron a los datos son los siguientes:

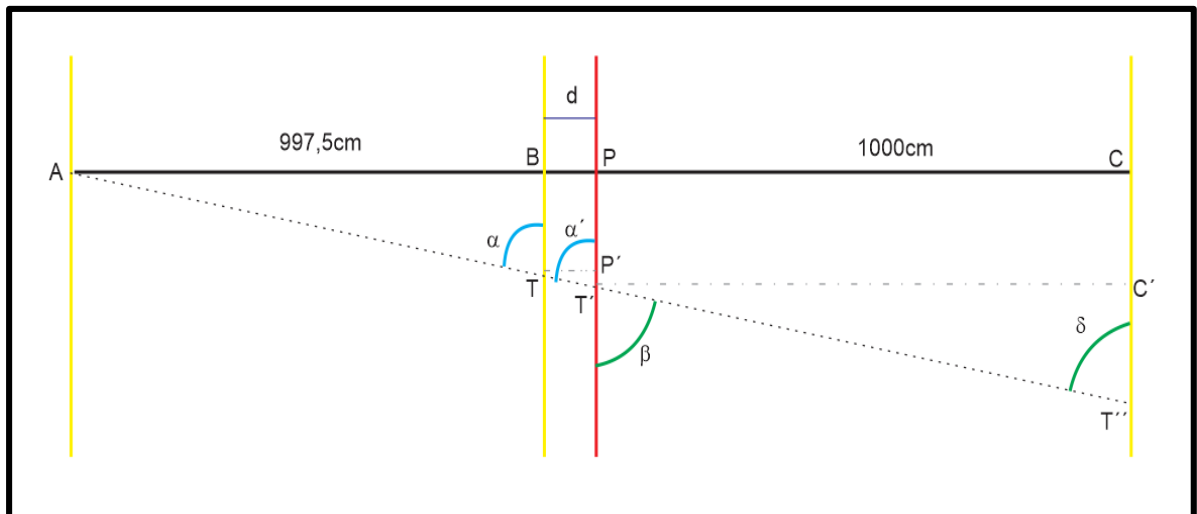


Ilustración 5: CÁLCULO DE TRAYECTORIA A, B Y C. fuente elaboración propia

Siendo:

- A: Dispositivo control de trayectoria (papel) más próximo a la boca de fuego.
- B: Dispositivo control de trayectoria (papel), inmediato anterior a la probeta impactada.
- P: Probeta metálica objeto del disparo.
- C: Dispositivo control de trayectoria (papel) ubicado a 1000mm de probeta.
- ABC: Centro del sistema de disparo. Segmento que resulta perpendicular a los tres dispositivos de control de trayectoria (A, B y C) y la probeta impactada.
- T: Punto de impacto del proyectil en el plano del dispositivo de control de trayectoria B.
- T': Punto de impacto del proyectil en el plano de la probeta P.
- T'': Punto de impacto del proyectil en el plano del dispositivo de control de trayectoria C.

ATT': Trayectoria incidente del proyectil, descrita desde la boca de fuego hasta impactar la probeta P.

T'T'': Trayectoria consecuente descrita por el proyectil tras atravesar la probeta P.

AB: Distancia desde el dispositivo de control de trayectoria A, hasta el dispositivo control de trayectoria B. El segmento pasa por el centro del sistema. En el instrumento normalizador de disparos vale 997,5mm.

BT: Distancia entre el centro del sistema, observado sobre el dispositivo de control de trayectoria B, hasta punto de impacto del proyectil en el plano de dispositivo de control de trayectoria B.

α : Ángulo de incidencia obtenido en el dispositivo de control de trayectoria A.

BP: Distancia desde el dispositivo de control B hasta la probeta P. segmento que pasa por el centro del sistema; siendo:

punta	90°	70°	50°	30°
Tronco cónico	112mm	110mm	108,3mm	115,25mm
ojival	112mm	110mm	107,85mm	114,8mm

α' : Ángulo de incidencia obtenido en probeta P.

P' = Punto de impacto de dispositivo de control B, nombrado como T, proyectado en el plano de probeta P.

P'T': Distancia entre el punto de impacto del dispositivo de control B proyectado en el plano de probeta P, y el punto de impacto del proyectil en el plano de probeta P.

β = Ángulo de consecuencia obtenido en probeta P.

PC: Distancia desde probeta P hasta dispositivo de control C. en el centro del sistema.

C': Punto de impacto de probeta P, nombrado como T', proyectado en el plano del dispositivo de control C.

δ = Ángulo de incidencia obtenido en dispositivo de control C.

C'T': Distancia entre el punto de impacto de probeta P proyectado en el plano de dispositivo de control C, y punto de impacto en el plano de probeta P.

C'T'': Distancia entre el punto de impacto de probeta P proyectado en el plano de dispositivo de control C, y punto de impacto del proyectil en dispositivo de control C.

CT'': Distancia entre el punto del dispositivo de control C y el punto de impacto del proyectil en el plano del dispositivo de control C.

BT: Distancia entre el punto del dispositivo de control B y el punto de impacto del Proyectil en el plano del dispositivo B.

Cálculo del ángulo alfa (α)

El ángulo alfa representa el ángulo de incidencia con el cual el proyectil impactó el papel. Se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\alpha = \text{arc. tg } \frac{AB}{BT}$$

Cálculo del ángulo alfa' (α')

Asumiendo que la perforación del papel no distorsiona la trayectoria del proyectil, conociendo alfa se conoce también alfa prima, puesto que ambos ángulos están conformados por las mismas semirrectas que parten de la boca de fuego. Según se representa con la siguiente ecuación:

$$\text{Para disparos a } 90^\circ \quad \alpha' = \alpha$$

$$\text{Para disparos a } 70^\circ \quad \alpha' = \alpha - 20^\circ$$

$$\text{Para disparos a } 50^\circ \quad \alpha' = \alpha - 40^\circ$$

$$\text{Para disparos a } 30^\circ \quad \alpha' = \alpha - 60^\circ$$

Conociendo la distancia entre el dispositivo de control de trayectoria B y la probeta P, y el valor del ángulo alfa prima, es posible conocer la distancia P'T', mediante la siguiente ecuación:

$$P'T' = \frac{BP}{\text{tg } \alpha}$$

Cálculo del ángulo beta (β)

El ángulo beta representa el ángulo de consecuencia del paso del proyectil por la probeta. Para calcular éste ángulo se procede a obtener la medida del ángulo gama (γ), que tiene la misma amplitud que beta por ser alternos internos entre paralelas. Lo anterior se representa con la siguiente ecuación:

$$\beta = \gamma$$

Para obtener el ángulo gama es necesario obtener el valor de MT'' según la siguiente ecuación:

$$C'T'' = CT'' - (BT + P'T')$$

Ya obtenido el valor MT'' se puede afrontar el cálculo de gama mediante la siguiente ecuación:

$$\gamma = \text{arc.tg} \left(\frac{C'T'}{C'T''} \right)$$

Interpretación de los resultados

Los ángulos alfa, alfa prima, y beta adoptarán valores positivos y negativos. Estos deben interpretarse, tomando como referencia el vértice del ángulo coincidente con el centro del sistema, del siguiente modo:

- En el plano vertical (Y), para los ángulos incidentes se representa en positivo cuando el proyectil ingresa sobre el centro del sistema, y se representa en negativo cuando el proyectil ingresa por debajo del centro del sistema. Para los ángulos consecuentes se representa con positivo cuando el proyectil luego de atravesar el blanco continua su trayectoria, y con negativo cuando este al atravesar el blanco desvía su trayectoria.

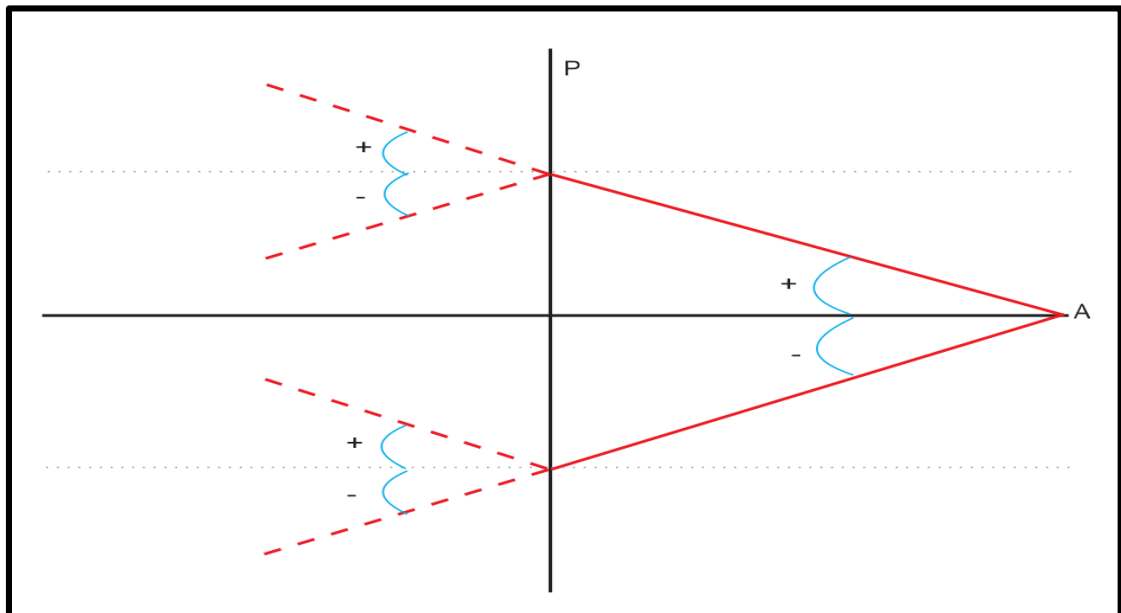


Ilustración 6: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

En el plano horizontal (X), los ángulos incidentes se representa en positivo cuando el proyectil ingresa hacia la derecha del centro del sistema, y se representa en negativo cuando el proyectil ingresa hacia la izquierda del centro del sistema. Para los ángulos consecuentes se representa con positivo cuando el proyectil luego de atravesar el blanco continua su trayectoria, y con negativo cuando este al atravesar el blanco desvía su trayectoria.

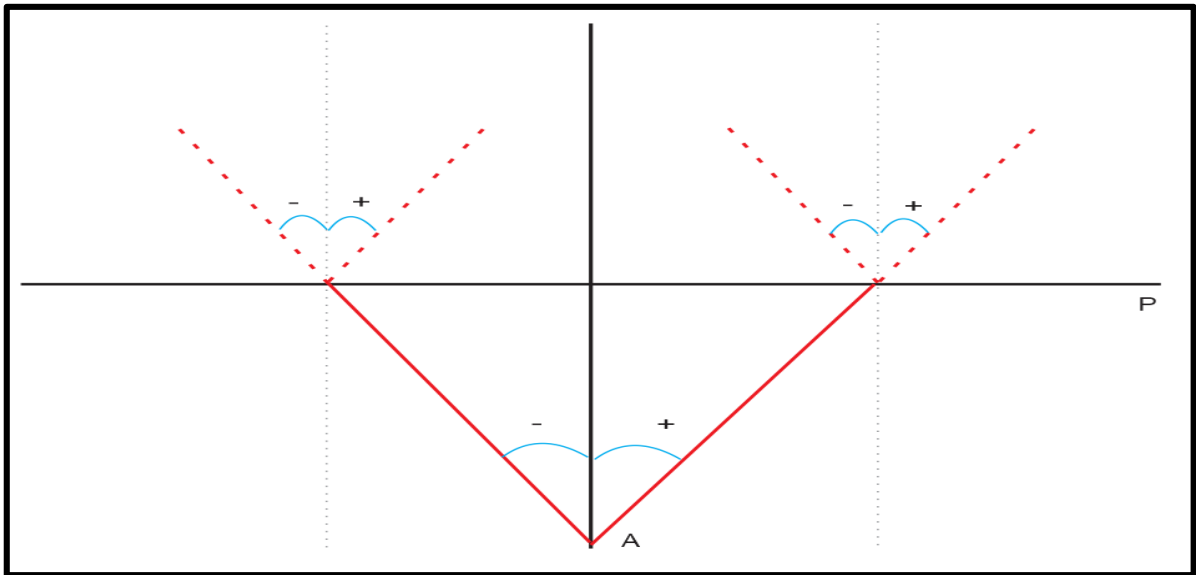


Ilustración 7: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Los datos producidos, mediante los procedimientos referenciados serán sometidos al estudio analítico y comparativo para el cumplimiento de los distintos objetivos.

A los datos obtenidos, para ángulos de consecuencia en cada ángulo de incidencia experimentado, se aplicará el modelo estadístico de tendencia central. Con el mismo, según sostiene Hernández Sampieri, et. al. (2010) se podrá estimar el efecto del ángulo de incidencia (variable independiente) sobre el ángulo de consecuencia (variable dependiente). El modelo estadístico según los mismos autores se ajusta al alcance de la investigación, la cantidad de variables, y el nivel de medición de las mismas.

CAPÍTULO IV

❖ ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Datos obtenidos para disparos a 90° de incidencia

4.1.1.1. Resultados con punta tronco cónica

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	-89,87 °	-89,96 °
Mediana	-89,83 °	-89,99 °
Rango	0,48 °	0,97 °
Max	89,85 °	89,61 °
Min	-89,66 °	-89,42 °
Desv	0,12 °	0,22 °

Tabla 1: DATOS OBTENIDOS A 90° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron, en promedio con una variación de $-0,13^\circ$ con respecto al centro del sistema de disparo, lo que implica que las trayectorias se alejaron ligeramente hacia abajo respecto del centro del sistema. La mitad de las pruebas describió ángulos de incidencia mayores a $-89,83^\circ$ y el resto por debajo de este valor. Los ángulos de incidencia representaron un rango cercano a medio grado de ángulo, cuyo valor máximo registra ingreso $0,15^\circ$ con respecto al centro del sistema, encontrándose sobre éste, mientras que el valor mínimo lo hace $-0,34^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo del mismo. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,12^\circ$

Según podemos observar para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con un promedio de $-0,04^\circ$ con respecto al centro del sistema de disparos, alejándose ligeramente hacia debajo de éste. La mitad de las experiencias describió ángulos menores a $-89,99^\circ$, mientras que la otra mitad describió ángulos por encima de éste valor. Los ángulos de consecuencia representaron un rango cercano al grado de ángulo, registrando un valor

máximo de $0,39^\circ$, con respecto al centro del sistema, sobre éste, mientras que el valor mínimo registrado es de $-0,58^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo del centro del mismo. El comportamiento de los ángulos de consecuencias logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,22^\circ$.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	$89,79^\circ$	$89,88^\circ$
Mediana	$89,75^\circ$	$89,89^\circ$
Rango	$0,50^\circ$	$0,84^\circ$
Max	$89,66^\circ$	$89,47^\circ$
Min	$-89,85^\circ$	$-89,70^\circ$
Desv	$0,11^\circ$	$0,19^\circ$

Tabla 2: DATOS OBTENIDOS A 90° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron en promedio con una desviación de $0,21^\circ$ con respecto del centro del sistema de disparo, alejándose levemente hacia la derecha de éste. La mitad de los disparos realizados en esta experiencia ingresaron describiendo un ángulo superior a $89,75^\circ$, mientras que la otra mitad lo realizó a una amplitud inferior. Los ángulos de incidencia obtuvieron un rango de medio grado de ángulo, siendo el mayor ingreso a $0,34^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, y el menor ingreso $-0,15^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda del centro del sistema de disparo. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,11^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresaron en promedio a $0,12^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha de éste. La mitad de los disparos de la prueba describió una amplitud superior a los $89,89^\circ$, mientras que la otra mitad una amplitud inferior a dicho valor. Los ángulos de consecuencia alcanzaron un rango de $0,84^\circ$, con un egreso máximo de $0,53^\circ$, con respecto al centro del sistema de control de disparo, hacia la derecha del centro de sistema, y un egreso mínimo de $-0,30^\circ$, con respecto al centro

del sistema, hacia la izquierda del mismo. El comportamiento de los ángulos de consecuencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,19°.

4.1.1.2. Resultados con punta ojival

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	-89,94 °	89,96 °
Mediana	-89,94 °	89,94 °
Rango	0,43 °	0,65 °
Max	89,87 °	89,62 °
Min	-89,70 °	-89,74 °
Desv	0,13 °	0,18 °

Tabla 3: DATOS OBTENIDOS A 90° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa en promedio los proyectiles ingresaron con una desviación de -0,06° con respecto del centro del sistema de control de disparos, ligeramente por debajo de éste. La mitad de los disparos de la experiencia describieron un ángulo que se encuentra por debajo de los -89,94°, mientras que la otra mitad ingresó describiendo un ángulo superior a esa medida. Los ángulos de incidencia alcanzaron un rango de 0,43°, con una incidencia máxima de 0,13°, con respecto al centro del sistema, por encima de éste, y una incidencia mínima de -0,30°, con respecto al centro del sistema de control de disparos, por debajo del centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de incidencia de la experiencia acusa una desviación estándar de 0,13°.

Según se observa para el ángulo beta en promedio los proyectiles egresaron a 0,04° con respecto al centro del sistema, ligeramente por encima de éste. La mitad de la experiencia egresó con una amplitud mayor a 89,94°, mientras que la otra mitad lo realizó a una amplitud menor a ésta medida. Los ángulos consecuentes de ésta experiencia alcanzaron un rango levemente superior a medio grado de ángulo, con un ingreso máximo de 0,38°, con respecto al centro del sistema de control de disparo, hacia arriba del centro del sistema, y un ingreso mínimo de -0,26°, con respecto al centro del sistema, hacia abajo

del mismo. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta prueba acusan una desviación estándar de 0,18°.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	89,90 °	89,57 °
Mediana	89,88 °	89,35 °
Rango	0,49 °	1,52 °
Max	89,65 °	89,08 °
Min	-89,86 °	-89,40 °
Desv	0,11 °	0,47 °

Tabla 4: DATOS OBTENIDOS A 90° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa los disparos realizados ingresaron en promedio con una leve desviación hacia la derecha del centro del sistema de 0,10°, con respecto al centro del sistema de control de disparo. La mitad de la experiencia ingreso a más de 89,88° hacia la derecha, mientras que la otra mitad ingreso a menos de dicho ángulo, hacia la izquierda del centro del sistema. Los ángulos incidentes de ésta experiencia ingresaron con un rango cercano a medio grado de ángulo, obteniendo una amplitud máxima de 0,35°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, y con una amplitud mínima de -0,14°, con respecto al centro del sistema, hacia la de éste. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de 0,11°.

Según se observa para el ángulo beta, los disparos realizados egresaron con un promedio a 0,43°, respecto del centro del sistema. La mitad de la experiencia egresó a una amplitud mayor a 89,35, mientras la otra mitad lo realizo a una amplitud menor a la medida mencionada. El rango alcanzado en esta experiencia es levemente superior a un grado y medio de ángulo, teniendo una amplitud máxima de 0,92°, respecto del centro del sistema, hacia la derecha de éste, y una amplitud mínima de -0,60°, con respecto al centro del

sistema, hacia la izquierda del mismo. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de 0,47°.

4.1.2. Datos obtenidos para disparos a 70° de incidencia.

4.1.2.1. Resultados con punta tronco cónica

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	69,87 °	69,21 °
Mediana	69,89 °	69,19 °
Rango	0,31 °	0,75 °
Max	69,71 °	68,81 °
Min	-69,98 °	69,55 °
Desv	0,10 °	0,20 °

Tabla 5: DATOS OBTENIDOS A 70° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron, en promedio con una variación de 0,13°, con respecto al centro del sistema, lo que implica que las trayectorias se alejaron ligeramente hacia arriba respecto del centro del sistema de control de disparos. La mitad de las pruebas describió ángulos de incidencia mayores a 69,89° y el resto por debajo de este valor. Los ángulos de incidencia representaron un rango de 0,31°, con valor máximo registra ingreso 0,29°, con respecto al centro del sistema, sobre el mismo, mientras que el valor mínimo lo hace -0,02°, con respecto del centro del sistema, por debajo de éste. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,10°

Según podemos observar para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con un promedio de 0,79°, con respecto al centro del sistema, alejándose ligeramente hacia abajo respecto del centro del sistema de disparo. La mitad de las experiencias describió ángulos menores a 69,19°, mientras que la otra mitad describió ángulos por encima de éste valor. Los ángulos de consecuencia representaron un rango de 0,75°, registrando un valor máximo de 1,19°, con respecto al centro del sistema de control del disparo, sobre el centro del

sistema, mientras que el valor mínimo registrado es de $0,45^\circ$, con respecto al centro del sistema, por encima de éste. El comportamiento de los ángulos de consecuencias logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,20^\circ$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	$-89,82^\circ$	$-89,77^\circ$
Mediana	$-89,84^\circ$	$-89,72^\circ$
Rango	$0,41^\circ$	$2,16^\circ$
Max	$-89,94^\circ$	$88,41^\circ$
Min	$-89,53^\circ$	$-89,43^\circ$
Desv	$0,09^\circ$	$0,36^\circ$

Tabla 6: DATOS OBTENIDOS A 70° DE INCIDENCIA, PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron en promedio con una desviación de $-0,18^\circ$, con respecto al centro del sistema, alejándose levemente hacia la izquierda de éste. La mitad de los disparos realizados en esta experiencia ingresaron describiendo un ángulo superior a $-89,84^\circ$, mientras que la otra mitad lo realizó a una amplitud inferior. Los ángulos de incidencia obtuvieron un rango cercano al medio grado, siendo el mayor ingreso a $-0,16^\circ$, con respecto al centro del sistema, y el menor ingreso a $-0,47^\circ$, con respecto al centro del sistema, tanto la máxima como la mínima ocurren hacia la izquierda del centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,09^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con una amplitud promedio de $-0,23^\circ$, con respecto al centro del sistema, encontrándose levemente por debajo de éste. La mitad de los disparos de la prueba describió una amplitud superior a los $-89,72^\circ$, mientras que la otra mitad una amplitud inferior ha dicho valor. Los ángulos de consecuencia alcanzaron un rango de $2,16^\circ$, con un egreso máximo de $1,59^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del centro de sistema de control de disparos, y un egreso mínimo de $-0,57^\circ$, con respecto al centro del sistema, siendo también hacia la

izquierda del centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de consecuencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,36°.

4.1.2.2. Resultados para punta ojival

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	70,00 °	69,21 °
Mediana	70,00 °	69,15 °
Rango	0,46 °	0,92 °
Max	69,74 °	68,91 °
Min	-69,80 °	69,83 °
Desv	0,11 °	0,24 °

Tabla 7: DATOS OBTENIDOS A 70° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles disparados ingresaron al ángulo de incidencia requerido que es de 70°. Una mitad de los proyectiles ingreso a una amplitud mayor a 70°, mientras que la otra mitad ingresa a una amplitud menor. Los ángulos de incidencia alcanzaron un rango cercano al medio grado de ángulo, obteniendo un ingreso máximo de 0,26°, con respecto al centro del sistema, por encima de éste, y un ingreso mínimo de -0,20°, con respecto al centro del sistema, encontrándose levemente por debajo del mismo. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados acusa una desviación estándar de 0,11°.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresan con una desviación media de 0,79°, con respecto al centro del sistema, por encima de éste. La mitad de los ángulos descriptos se encuentran por encima del ángulo 69,15°, y la otra mitad de ángulos descriptos egresan por debajo del valor nombrado. Los ángulos de consecuencia alcanzan un rango cerca del grado de ángulo, generando como valor máximo de 1,09°, con respecto al centro del sistema, por encima del mismo, y como valor mínimo de 0,17°, con respecto al centro del sistema, también por encima del centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de consecuencia acusa una desviación estándar de 0,24°.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	-89,99 °	89,80 °
Mediana	-90,00 °	89,70 °
Rango	0,43 °	1,69 °
Max	89,78 °	89,04 °
Min	-89,79 °	-89,27 °
Desv	0,10 °	0,46 °

Tabla 8: DATOS OBTENIDOS A 70° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa los disparos realizados ingresaron en promedio con una leve desviación hacia la izquierda del centro del sistema de $-0,01^\circ$, con respecto del centro del sistema. La mitad de la experiencia ingreso a más de 0° hacia la derecha, mientras que la otra mitad ingreso a menos de 0° hacia la izquierda, con respecto al centro del sistema. Los ángulos incidentes de ésta experiencia ingresaron con un rango cercano a medio grado de ángulo, obteniendo una amplitud máxima de $0,22^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, y una amplitud mínima de $-0,21^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda de éste. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de $0,10^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, que los disparos realizados egresaron con una amplitud promedio de $0,20^\circ$, con respecto al centro de sistema de control de disparo. La mitad de la experiencia egresó a una amplitud mayor a $89,70^\circ$, mientras la otra mitad lo realizo a una amplitud menor a la medida mencionada. El rango alcanzado en esta experiencia es de $1,69^\circ$, teniendo una amplitud máxima de $0,96^\circ$, con respecto al centro del sistema, y una amplitud mínima de $-0,73^\circ$, con respecto al centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de $0,46^\circ$.

4.1.3. Datos obtenidos para disparos a 50° de incidencia

4.1.3.1. Resultados para punta tronco cónica

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	-49,70 °	-48,58 °
Mediana	-49,69 °	-48,77 °
Rango	0,36 °	2,42 °
Max	-49,94 °	-49,33 °
Min	-49,58 °	-46,91 °
Desv	0,08 °	0,54 °

Tabla 9: DATOS OBTENIDOS A 50° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles disparados ingresaron con una desviación promedio de $-0,30^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia abajo del centro del sistema de disparo. Una mitad de los proyectiles ingreso a una amplitud mayor a $-49,69^\circ$, mientras que la otra mitad ingresa a una amplitud menor. Los ángulos de incidencia alcanzaron un rango de $0,36^\circ$, obteniendo un ingreso máximo de $-0,06^\circ$, con respecto al centro del sistema, encontrándose levemente por debajo del centro del sistema de disparo, y un ingreso mínimo de $-0,42^\circ$, con respecto al centro del sistema, también por debajo del mismo. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados acusa una desviación estándar de $0,08^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresan con una desviación media de $-1,42^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo del mismo. La mitad de los ángulos descriptos se encuentran por encima del ángulo $-48,77^\circ$, y la otra mitad de ángulos descriptos egresan por debajo del valor nombrado. Los ángulos de consecuencia alcanzan un rango de $2,42^\circ$, generando como valor máximo de $-0,67^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo de éste, y como valor mínimo de $-3,09^\circ$, con respecto al centro del sistema, también por debajo del sistema. . El comportamiento de los ángulos de consecuencia acusa una desviación estándar de $0,54^\circ$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	89,71 °	89,97 °
Mediana	89,69 °	89,96 °
Rango	0,43 °	1,52 °
Max	89,46 °	89,36 °
Min	89,88 °	-89,12 °
Desv	0,09 °	0,33 °

Tabla 10: DATOS OBTENIDOS A 50° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresan con una desviación promedio de 0,29°, con respecto al centro del sistema, sobre el plano derecho del sistema de disparo. La mitad de los ángulos descriptos ingresan con un valor mayor a 89,69°, y la otra mitad ingresa con un valor menor a dicha amplitud. Los ángulos incidentes alcanzan un rango cercano al medio grado de ángulo, produciendo una medida máxima de 0,54°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, y una medida mínima de 0,12°, con respecto al centro del sistema, también hacia el mismo lado del sistema. El comportamiento de los ángulos de incidencia acusa una desviación estándar de 0,09°.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresan con una mínima desviación de 0,03°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo. La mitad de los ángulos descriptos egresaron con un valor superior a 89,96°, mientras que la otra mitad lo realiza con una amplitud inferior a dicho valor. Los ángulos consecuentes alcanzaron un rango levemente superior a un grado y medio de ángulo, obteniendo una medida máxima de 0,64°, con respecto al centro del sistema, y una mínima de -0,88°, con respecto al centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de consecuencia acusa una desviación estándar de 0,33°.

4.1.3.2. Resultados para punta ojival

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	-49,74 °	-48,20 °
Mediana	-49,72 °	-48,31 °
Rango	0,49 °	2,81 °
Max	49,97 °	-48,99 °
Min	-49,54 °	-46,19 °
Desv	0,12 °	0,48 °

Tabla 11: DATOS OBTENIDOS A 50° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO VERTICAL Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles disparados ingresaron con una desviación promedio de $-0,26^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia arriba del centro del sistema de disparo. Una mitad de los proyectiles ingreso a una amplitud mayor a $-49,72^\circ$, mientras que la otra mitad ingresa a una amplitud menor del mencionado valor. Los ángulos de incidencia alcanzaron un rango de casi medio grado de ángulo, obteniendo un ingreso máximo de $0,03^\circ$, con respecto al centro del sistema, levemente hacia arriba de éste, y un ingreso mínimo de $-0,46^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo del mismo. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados acusa una desviación estándar de $0,12^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresan con una desviación media de $-1,80^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo del mismo. La mitad de los ángulos descriptos se encuentran por encima del ángulo $-48,31^\circ$, y la otra mitad de ángulos descriptos egresan por debajo del valor nombrado. Los ángulos de consecuencia alcanzan un rango de $2,81^\circ$, generando como valor máximo de $-1,01^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo de éste, y como valor mínimo de $-3,81^\circ$, con respecto al centro del sistema, también por debajo. . El comportamiento de los ángulos de consecuencia acusa una desviación estándar de $0,48^\circ$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	89,76 °	89,90 °
Mediana	89,76 °	89,88 °
Rango	0,35 °	0,77 °
Max	89,62 °	89,58 °
Min	89,97 °	-89,65 °
Desv	0,07 °	0,20 °

Tabla 12: DATOS OBTENIDOS A 50° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los disparos realizados ingresaron en promedio con una desviación hacia la derecha del centro del sistema de 0,24°, con respecto al centro del sistema. La mitad de la experiencia ingreso a más de 89,76° hacia la derecha, mientras que la otra mitad ingreso a menos de 89,76°. Los ángulos incidentes de ésta experiencia ingresaron con un rango de 0,35°, obteniendo una amplitud máxima de 0,38°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, una amplitud mínima de 0,03°, con respecto al centro del sistema, levemente hacia la derecha del centro del sistema de control de disparo. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de 0,07 °.

Según se observa para el ángulo beta los disparos realizados egresaron con una amplitud promedio de 0,10°, con respecto al centro del sistema, levemente hacia la derecha de éste. La mitad de la experiencia egresó a una amplitud mayor a 89,88°, mientras la otra mitad lo realizo a una amplitud menor a la medida mencionada. El rango alcanzado en esta experiencia es de 0,77°, teniendo una amplitud máxima de 0,42°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del mismo, y una amplitud mínima de -0,35°, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda de éste. El comportamiento de los ángulos de consecuencia de ésta experiencia acusan una desviación estándar de 0,20°.

4.1.4. Datos obtenidos para disparos a 30° de incidencia

4.1.4.1. Resultados para punta tronco cónica

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	29,49 °	29,51 °
Mediana	29,46 °	29,44 °
Rango	1,88 °	3,28 °
Max	28,24 °	28,72 °
Min	-29,88 °	-28,00 °
Desv	0,31 °	0,60 °

Tabla 13: DATOS OBTENIDOS A 30° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron, en promedio con una variación de medio grado de ángulo, con respecto al centro del sistema, lo que implica que las trayectorias se alejaron ligeramente hacia abajo respecto del centro del sistema de control de disparos. La mitad de las pruebas describió ángulos de incidencia mayores a 29,46° y el resto por debajo de este valor. Los ángulos de incidencia representaron un rango cercano a dos grado de ángulo, con valor máximo registra ingreso 1,76°, con respecto al centro del sistema, sobre el mismo, mientras que el valor mínimo lo hace a -0,12°, con respecto al centro del sistema, por debajo de éste. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,31°

Según podemos observar para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con un promedio de 0,49°, con respecto al centro del sistema, alejándose ligeramente hacia arriba respecto del centro del sistema de disparo. La mitad de las experiencias describió ángulos menores a 29,44°, mientras que la otra mitad describió ángulos por encima de éste valor. Los ángulos de consecuencia representaron un rango de 3,28°, registrando un valor máximo de 1,28°, con respecto al centro del sistema, sobre éste, mientras que el valor mínimo registrado es de -2,00°, con respecto al centro del sistema, por debajo del mismo. El

comportamiento de los ángulos de consecuencias logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,60^\circ$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	$-89,97^\circ$	$-89,77^\circ$
Mediana	$-89,99^\circ$	$-89,77^\circ$
Rango	$0,62^\circ$	$0,75^\circ$
Max	$89,60^\circ$	$89,84^\circ$
Min	$-89,77^\circ$	$-89,41^\circ$
Desv	$0,13^\circ$	$0,18^\circ$

Tabla 14: DATOS OBTENIDOS A 30° DE INCIDENCIA, CON PUNTA TRONCO CÓNICA, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron en promedio con una desviación de $-0,03^\circ$, con respecto al centro del sistema, alejándose levemente hacia la izquierda de éste. La mitad de los disparos realizados en esta experiencia ingresaron describiendo un ángulo superior a $-89,99^\circ$, mientras que la otra mitad lo realizó a una amplitud inferior. Los ángulos de incidencia obtuvieron un rango levemente mayor a medio grado de ángulo, siendo el mayor ingreso de $0,40^\circ$, con respecto al centro del sistema, y el menor ingreso de $-0,23^\circ$, con respecto al centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,13^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con una amplitud promedio de $-0,23^\circ$, con respecto al centro del sistema, levemente hacia la izquierda de éste. La mitad de los disparos de la prueba describió una amplitud superior a los $-89,77^\circ$, mientras que la otra mitad una amplitud inferior ha dicho valor. Los ángulos de consecuencia alcanzaron un rango de $0,75^\circ$, con un egreso máximo de $0,16^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del centro de sistema de control de disparos, y un egreso mínimo de $-0,59^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda del mismo.

El comportamiento de los ángulos de consecuencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,18°.

4.1.4.2. Resultados para punta ojival

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO VERTICAL

Y	α	β
Media	29,63 °	29,31 °
Mediana	29,63 °	29,31 °
Rango	0,37 °	2,69 °
Max	29,44 °	27,92 °
Min	29,80 °	-29,40 °
Desv	0,09 °	0,43 °

Tabla 15: DATOS OBTENIDOS A 30° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron, en promedio con una variación de 0,77°, con respecto al centro del sistema, lo que implica que las trayectorias se alejaron ligeramente hacia arriba respecto del centro del sistema de control de disparos. La mitad de las pruebas describió ángulos de incidencia mayores a 29,63° y el resto por debajo de este valor. Los ángulos de incidencia representaron un rango de 0,37°, con valor máximo registra ingreso 0,56°, con respecto al centro del sistema, sobre éste, mientras que el valor mínimo lo hace 0,20°, con respecto al centro del sistema, levemente hacia arriba. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de 0,09°

Según podemos observar para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con un promedio de 0,69°, con respecto al centro del sistema, alejándose ligeramente hacia abajo respecto del centro del sistema de disparo. La mitad de las experiencias describió ángulos menores a 29,31°, mientras que la otra mitad describió ángulos por encima de éste valor. Los ángulos de consecuencia representaron un rango de 2,69°, registrando un valor máximo de 2,08°, con respecto al centro del sistema, sobre el mismo, mientras que el valor mínimo

registrado es de $-0,60^\circ$, con respecto al centro del sistema, realizándolo por debajo. El comportamiento de los ángulos de consecuencias logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,43^\circ$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL PLANO HORIZONTAL

X	α	β
Media	$-90,00^\circ$	$-89,93^\circ$
Mediana	$-89,98^\circ$	$-89,79^\circ$
Rango	$0,54^\circ$	$1,57^\circ$
Max	$89,73^\circ$	$89,25^\circ$
Min	$-89,73^\circ$	$-89,18^\circ$
Desv	$0,12^\circ$	$0,52^\circ$

Tabla 16: DATOS OBTENIDOS A 30° DE INCIDENCIA, CON PUNTA OJIVAL, EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Según se observa para el ángulo alfa, los proyectiles ingresaron en promedio sin desviación, haciéndolo al ángulo incidente deseado que es de 90° . La mitad de los disparos realizados en esta experiencia ingresaron describiendo un ángulo superior a $-89,98^\circ$, mientras que la otra mitad lo realizó a una amplitud inferior. Los ángulos de incidencia obtuvieron un rango levemente mayor al medio grado de ángulo, siendo el mayor ingreso de $0,27^\circ$, con respecto al centro del sistema, y el menor ingreso a $-0,27^\circ$, con respecto al centro del sistema. El comportamiento de los ángulos de incidencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,12^\circ$.

Según se observa para el ángulo beta, los proyectiles egresaron con una amplitud promedio de $-0,07^\circ$, con respecto al centro del sistema, ligeramente por debajo. La mitad de los disparos de la prueba describió una amplitud superior a los $-89,79^\circ$, mientras que la otra mitad una amplitud inferior ha dicho valor. Los ángulos de consecuencia alcanzaron un rango de $1,57^\circ$, con un egreso máximo de $0,75^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha del centro de sistema de control de disparos, y un egreso mínimo de $-0,82^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda. El comportamiento de los ángulos de consecuencia logrados en la experiencia acusa una desviación estándar de $0,52^\circ$.

CAPÍTULO V

❖ DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.1. Discusión según ángulo y plano de trabajo:

Teniendo en cuenta los cálculos realizados en la presente investigación se llegó a las siguientes conjeturas, analizando en primera medida el comportamiento del ángulo de incidencia, según su respectivo ángulo de incidencia deseado:

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ÁNGULO ALFA EN EL PLANO VERTICAL

Gráfico de resumen del comportamiento del ángulo alfa (α) en el plano vertical, a distintos ángulos de incidencia y con distinto tipo de proyectil:



Gráfico 1: DISCUSIÓN SEGÚN ÁNGULO Y PLANO DE TRABAJO, COMPORTAMIENTO DEL ÁNGULO ALFA EN EL PLANO VERTICAL. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el promedio logrado en los ángulos de incidencia en el plano vertical llega en un solo caso a medio grado de ángulo distante del ángulo deseado, siendo éste en experiencia con munición de punta tronco cónica de 30°, mientras en las pruebas restantes el promedio no supera a los 0,37° de diferencia con respecto al ángulo

que se quería lograr, ya sea por encima o por debajo del centro del sistema de disparo. El rango alcanzado en las experiencias no llega al medio grado de ángulo, excepto en la experiencia realizada con proyectiles de punta tronco cónica a una incidencia de 30°, en la cual el rango alcanzado fue de 1,88°. Con respecto a la máxima y la mínima, en general presentan la máxima dentro del plano positivo, lo que quiere decir que el proyectil ingreso por encima del centro del sistema, y la mínima se encuentra dentro del plano negativo, siendo un proyectil que ingresó por debajo del centro del sistema. Solo en dos experiencias, con munición con punta ojival a incidencia de 30°, y de munición con punta tronco cónica a incidencia de 50°, los valores se encuentran en el mismo plano, siendo en el primer caso positivos, y en el segundo negativos.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ÁNGULO ALFA EN EL PLANO HORIZONTAL

Gráfico de resumen del comportamiento del ángulo alfa (α) en el plano horizontal, a distintos ángulos de incidencia y con distinto tipo de proyectil:



Gráfico 2: DISCUSIÓN SEGÚN ÁNGULO Y PLANO DE TRABAJO, COMPORTAMIENTO DEL ÁNGULO ALFA EN EL PLANO HORIZONTAL. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en el comportamiento de los ángulos de incidencia en el plano horizontal, que en promedio la diferencia con el ángulo deseado que es de 90° , no supera los $0,30^\circ$ de diferencia del ángulo deseado con el ángulo logrado, ya sea hacia la derecha, o hacia la izquierda del centro del sistema de disparo. El rango se encuentra en promedio en todos los ángulos de incidencia de las experiencias realizadas cercano al medio grado de ángulo, presentándose el menor rango en las experiencias con punta ojival a ángulo de incidencia de 50° , y el mayor rango en las experiencias de punta tronco cónica a ángulo de incidencia de 30° . Con respecto a la máxima y la mínima en general, las experiencias, presentan la máxima dentro del plano positivo, ósea hacia la derecha del centro del sistema, y la mínima dentro del plano negativo, lo que quiere decir que el proyectil ingreso hacia la izquierda del centro del sistema, solo en dos experiencias, munición con punta tronco cónica a incidencia de 70° , y munición con punta tronco cónica a incidencia de 50° , los valores se encuentran en el mismo plano, siendo en el primer caso negativos, y en el segundo positivos.

5.1.2. Discusión por experiencia enfrentando ángulo alfa con ángulo beta:

En los gráficos se representa con la letra A al ángulo alfa, con letra B al ángulo beta. Los ejes se representan con letra Y al eje vertical, y con letra X al eje horizontal.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 90° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA TRONCO CÓNICA

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 90° de incidencia con munición de punta tronco cónica:

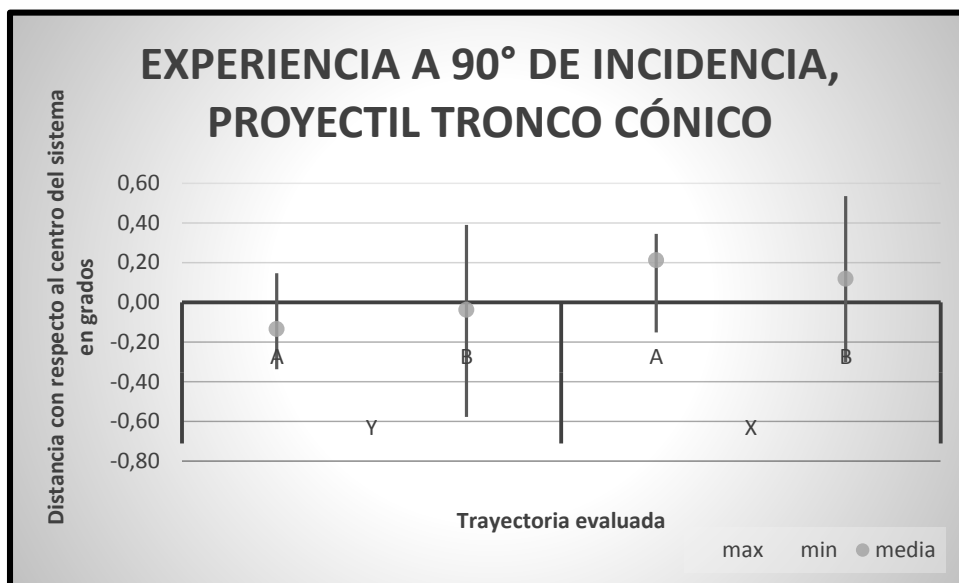


Gráfico 3: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 90° CON PUNTA TRONCO CÓNICA. Fuente: elaboración propia.

Para la experiencia realizada a 90° de incidencia con munición de punta tronco cónica, en el plano vertical (Y) se observa, que el promedio conseguido de los disparos es de -0,13°, con respecto al centro del sistema, lo que implica que el proyectil ingresa levemente por debajo de éste, y de -0,04°, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de consecuencia, también por debajo del centro del sistema. El rango que se visualiza para los ángulos de incidencia es de 0,48°, incrementándose éste para los ángulos de consecuencia llegando a 0,97°. Se registra una máxima de los ángulos de incidencia de 0,15°, con respecto al centro del sistema, cuando para los ángulos de consecuencia la máxima alcanzada es de 0,39°, con respecto al centro del sistema, siendo ambas por encima del centro del sistema. La mínima registrada para los ángulos de incidencia es de -0,34°, con respecto al centro del sistema, y la mínima para los ángulos de consecuencia es de -0,58°, con respecto al centro del sistema, siendo tanto el ingreso como el egreso por debajo del centro del sistema.

En el plano horizontal (X) se observa un promedio de ingreso de 0,21°, con respecto al centro del sistema, y uno de egreso de 0,12°, con respecto al centro del sistema,

ambos hacia la derecha del centro del sistema. El rango que se obtuvo fue de medio grado de ángulo para los ángulos incidentes, y de $0,84^\circ$ para los consecuentes. El proyectil que registro el máximo ingreso impacto el blanco a $0,34^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha, el que registra el máximo egreso lo hace a los $0,53^\circ$, con respecto al centro del sistema, también hacia la derecha del centro del sistema. El ingreso mínimo se registra a $-0,15^\circ$, con respecto al centro del sistema, mientras que el egreso mínimo se registra a $-0,30^\circ$, con respecto al centro del sistema, ambos producidos hacia la izquierda del centro del sistema.

Tanto para el plano vertical (Y) como para el plano horizontal (X), las medianas son próximas al centro del sistema de disparo; por lo tanto son próximas entre sí.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 90° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA OJIVAL

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 90° de incidencia con munición de punta ojival:

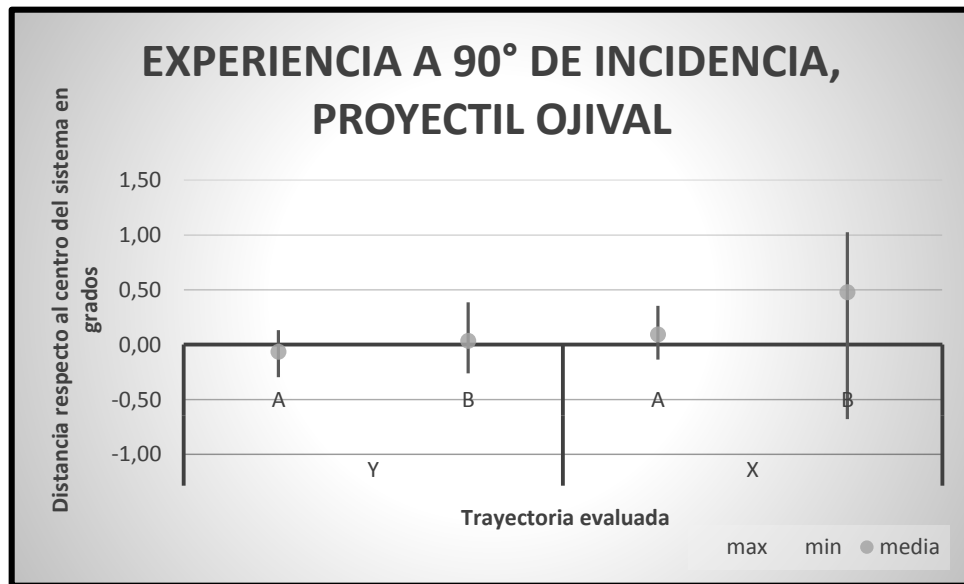


Gráfico 4: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 90° CON PUNTA OJIVAL. Fuente: elaboración propia.

Se observa en la experiencia realizadas a 90° de incidencia con munición de punta ojival, en el plano vertical (Y), que el promedio obtenido en el ángulo de incidencia es de $-0,06^\circ$, con respecto al centro del sistema, por debajo, mientras que el promedio para los ángulos de consecuencia es por encima del centro del sistema a $0,04^\circ$, con respecto al centro del sistema. Los ángulos de incidencia se diferencian mínimamente a los de consecuencia en el rango, ya en el primer caso es de $0,43^\circ$ y en el segundo caso es de $0,64^\circ$. El ingreso máximo registrado es de $0,13^\circ$, con respecto al centro del sistema, por encima, cuando el egreso máximo llega a $0,38^\circ$, con respecto al centro del sistema, también por encima de éste. El ingreso mínimo registrado se produjo a $-0,30^\circ$, con respecto al centro del sistema, mientras que el egreso mínimo se acerca al eje central, siendo de $-0,26^\circ$, con respecto al centro del sistema, siendo ambos por debajo del centro del sistema.

En el plano horizontal (X), los promedios de los ángulos de incidencia y consecuencia tienen una marcada variación, ya que para los ángulos de incidencia es de $0,10^\circ$, con respecto al centro del sistema, y para los ángulos de consecuencia es de $0,48^\circ$, con respecto al centro del sistema, ambos hacia la derecha del centro del sistema. La marcada variación también se repite en los rangos, siendo para los ángulos de incidencia un rango igual a $0,49^\circ$, y para los ángulos de consecuencia un rango de $1,70^\circ$. En los ángulos de incidencia se observó un ingreso máximo de $0,35^\circ$, con respecto al centro del sistema, pero para los ángulos de consecuencia el egreso se incrementó, llegando a un máximo de $1,02^\circ$, con respecto al centro del sistema, produciéndose tanto el ingreso como el egreso hacia el lado derecho. El ingreso mínimo se registró a $-0,14^\circ$, con respecto al centro del sistema, a la izquierda del mismo, mientras que el egreso mínimo se produjo a $-0,68^\circ$, con respecto al centro del sistema también a la izquierda de éste.

Tanto para el plano vertical (Y) como para el plano horizontal (X), las medianas son próximas al centro del sistema de disparo; esto implica que sean próximas entre sí.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 70° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA TRONCO CÓNICA

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 70° de incidencia con munición de punta tronco cónica:

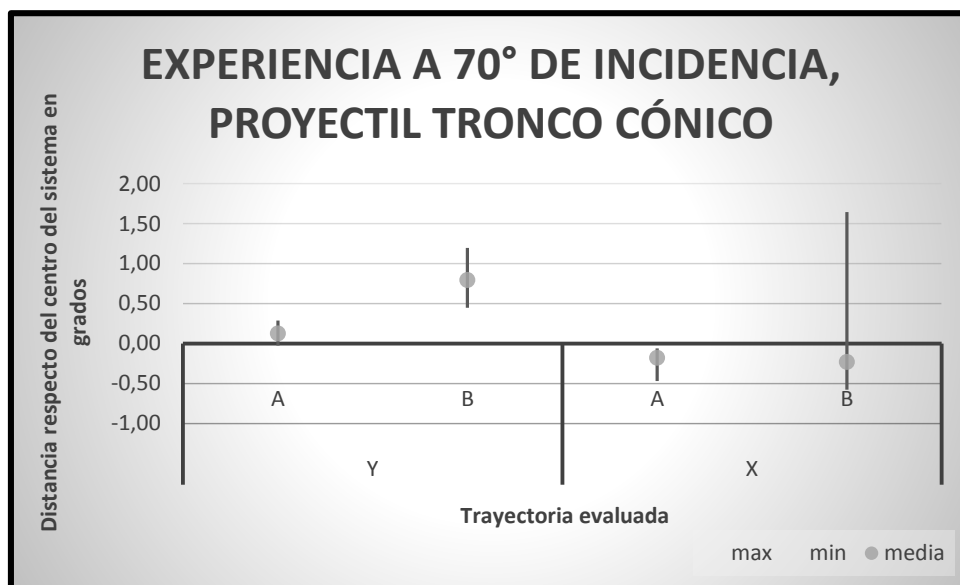


Gráfico 5: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 70° CON PUNTA TRONCO CÓNICA. Fuente: elaboración propia.

En la experiencia realizada con ángulo de incidencia de 70° con munición de punta tronco cónica, en el plano vertical (Y) se puede observar que el promedio de ingreso es de 0,13°, con respecto al centro del sistema, incrementándose para el egreso hasta llegar a 0,79°, con respecto al centro del sistema, los dos producidos por encima del centro del sistema de disparo. El rango que se observa en el ingreso de los proyectiles es de 0,31°, mientras que el observado en el egreso asciende a 0,75°. Las máximas se producen por encima del centro del sistema, siendo de 0,29°, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de incidencia y de 1,19°, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de

consecuencia. En la mínima se puede observar que en los ángulos de incidencia se produce levemente por debajo del centro del sistema, a $-0,02^\circ$, con respecto al centro del sistema, pero en los ángulos de consecuencia se produce marcadamente por encima del centro del sistema, a $0,45^\circ$, con respecto al centro del sistema.

En el plano horizontal (X) el promedio varía levemente, produciéndose en los ángulos incidentes a $-0,18^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda de éste, y en los ángulos consecuentes a $-0,23^\circ$, con respecto al centro del sistema, también hacia la izquierda. Se observa una marcada variación en los rangos, siendo el rango de ingreso de $0,41^\circ$, y de egreso de $2,22^\circ$, visualizándose un ingreso máximo de $-0,06^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda del mismo, y egreso máximo de $1,64^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha. Las mínimas se produjeron hacia la izquierda del centro del sistema, siendo de $-0,47^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos incidentes, y de $-0,58^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos consecuentes.

Los resultados para el plano vertical (Y) y el plano horizontal (X) permiten advertir que las respectivas medianas se han distanciado, en cuanto a la correspondiente para el ángulo de incidencia y consecuencia, respectivamente. En cuanto al análisis en el eje Y se verifica que la mediana para el ángulo de consecuencia se aleja del centro del sistema de control de disparos. Lo mismo ocurre para el eje X; sin embargo hay que destacar que la mediana para los resultados de incidencia se encuentra en valores negativos, mientras que para los resultados de ángulo de consecuencia esta en valores positivos.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 70° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA OJIVAL

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 70° de incidencia con munición de punta ojival:

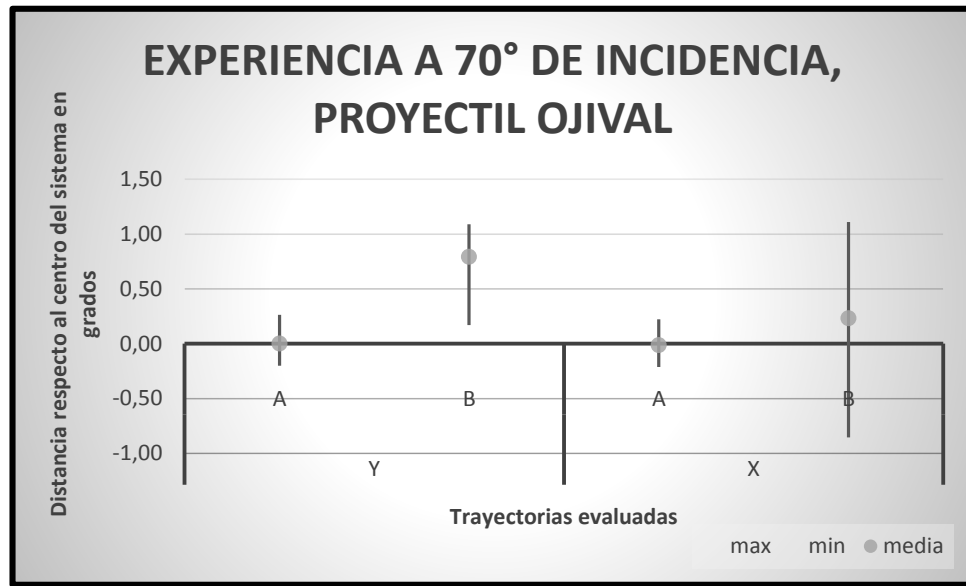


Gráfico 6: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 70° CON PUNTA OJIVAL. Fuente: elaboración propia.

Se observa en la experiencia de ángulo de incidencia de 70° con munición de punta ojival, que la media lograda en los ángulos incidentes es de 0°, con respecto al centro del sistema, lo que quiere decir que en promedio se alcanzó el ángulo de incidencia deseado; en los ángulos de consecuencia la media alcanzada fue de 0,79°, con respecto al centro del sistema, por encima de éste. El rango para los ángulos incidentes es de 0,46°, mientras que para los ángulos consecuentes es de 0,92°. El registro máximo tanto de los ángulos incidentes como consecuentes se produjo dentro del plano positivo, lo que significa que fue por encima del centro del sistema, siendo un ingreso de 0,26°, con respecto al centro del sistema y egreso de 1,09°, con respecto al centro del sistema. La mínima de los ángulos de incidente se registró a -0,20°, con respecto al centro del sistema, hacia abajo, mientras que la mínima de los ángulos de consecuencia se registró a 0,17°, con respecto al centro del sistema, por encima.

En el plano horizontal (X) se puede ver presente una variación de promedios, estando los ángulos de incidencia a -0,01°, con respecto al centro del sistema, levemente

hacia la izquierda, y los ángulos de consecuencia a $0,24^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha. La variación también se repite en los rangos, obteniéndose un rango de $0,43^\circ$ en los ángulos de incidencia, y ampliándose fuertemente en los ángulos de consecuencia, hasta llegar a los $1,96^\circ$. Las máximas se registran en ambos casos hacia la derecha del centro del sistema, observándose un ingreso máximo de $0,22^\circ$, con respecto al centro del sistema, y un egreso máximo de $1,11^\circ$, con respecto al centro del sistema. Las mínimas se registran hacia la izquierda del centro del sistema, siendo de $-0,21^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de incidencia y de $-0,85^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de consecuencia.

Los resultados para el plano vertical (Y) muestran que las respectivas medianas se han distanciado, en cuanto a la correspondiente para el ángulo de incidencia y consecuencia. En cuanto al análisis en el eje X se verifica que ambas medianas se encuentran próximas entre sí y a la vez próximas al centro del sistema de control de disparos.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 50° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA TRONCO CÓNICA

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 50° de incidencia con munición de punta tronco cónica:

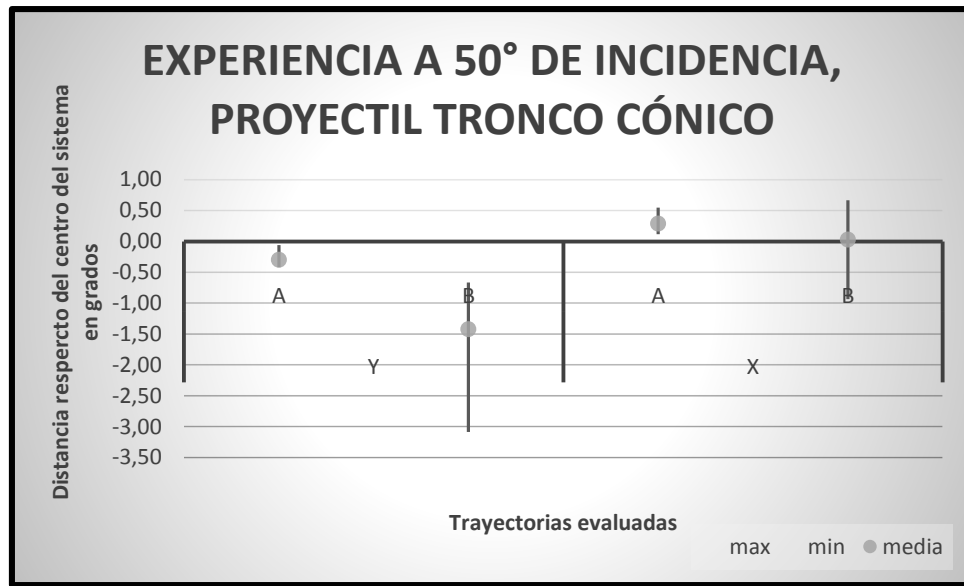


Gráfico 7: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 50° CON PUNTA TRONCO CÓNICA. Fuente: elaboración propia.

Se observa en la experiencia realizada a ángulos de incidencia de 50° con munición de punta tronco cónico, en el plano vertical (Y), una amplia variación de la media, registradas ambas por debajo del centro del sistema, observándose en los ángulos de incidencia de -0,30°, con respecto al centro del sistema, y en los ángulos de consecuencia de -1,42°, con respecto al centro del sistema. Dicha variación también se observa de manera marcada en los rangos, ya que el rango de ingreso fue de 0,36° y el de egreso de 2,42°. Las máximas y mínimas, tanto de los ángulos incidentes como consecuentes se produjeron hacia abajo del centro de sistema, registrándose un ingreso máximo cercano al centro del sistema de -0,06°, con respecto al centro del sistema, y un egreso máximo de -0,67°, con respecto al centro del sistema. El ingreso mínimo registrado se produjo a -0,42°, con respecto al centro del sistema, mientras que el egreso mínimo fue a los -3,09°, con respecto al centro del sistema.

En el plano horizontal (X) los ángulos de incidencia logran una media de 0,29°, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha, y los ángulos de consecuencia una

media de $0,03^\circ$, con respecto al centro del sistema, también hacia la derecha. El rango que produjeron los ángulos de incidencia fue de $0,43^\circ$, y éste asciende en los ángulos consecuentes, hasta llegar a los $1,61^\circ$. Las máximas se producen hacia la derecha del centro del sistema, a $0,54^\circ$, con respecto al centro del sistema, en los ángulos incidentes, y a $0,67^\circ$, con respecto al centro del sistema, en los ángulos consecuentes. El mínimo ingreso registrado fue a $0,12^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha mismo, mientras que el mínimo egreso se produjo $-0,94^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda.

Los resultados para el plano vertical (Y) y el plano horizontal (X) permiten advertir que las respectivas medianas se han distanciado, en cuanto a la correspondiente para el ángulo de incidencia y consecuencia. En cuanto al análisis en el eje Y se verifica que la mediana para el ángulo de consecuencia se aleja del centro del sistema de control de disparos. Lo mismo ocurre para el eje X; sin embargo hay que destacar que la mediana para los resultados de incidencia se encuentra en valores positivos, mientras que para los resultados de ángulo de consecuencia esta en valores negativos.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 50° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA OJIVAL

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 50° de incidencia con munición de punta ojival:



Gráfico 3: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 50° CON PUNTA OJIVAL. Fuente: elaboración propia.

En las experiencias realizadas a 50° de incidencia con munición de punta ojival en el plano vertical (Y), las medias se encuentran por debajo del centro del sistema, siendo de -0,26°, con respecto al centro del sistema, en los ángulos incidentes, y de -1,80°, con respecto al centro del sistema, en los ángulos consecuentes. Se visualiza una marcada variación de rangos, obteniéndose un rango de ingresos igual a 0,49°, y un rango de egresos igual a 2,81. La máxima observada para los ángulos incidentes es cercana al centro del sistema, aproximándose así al ángulo deseado, siendo de 0,03°, con respecto al centro del sistema, por encima, mientras que la máxima observada en los ángulos consecuentes se aleja en -1,01°, con respecto al centro del sistema, hacia abajo. Las mínimas se encuentran debajo del centro del sistema, siendo de -0,46°, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de incidencia, y de -3,81°, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de consecuencia.

En el plano horizontal (X), podemos observar que en ambos casos las medias se encuentran cerca del centro del sistema, registrándose un promedio de ingreso de 0,24°, con respecto al centro del sistema, y un egreso promedio de 0,12°, con respecto al centro

del sistema, siendo en ambos casos hacia la derecha. El rango que se observa en los ángulos incidentes es de $0,35^\circ$, y éste asciende levemente en los ángulos consecuentes hasta llegar a los $0,93^\circ$. Las máximas se produjeron hacia la derecha del centro del sistema, observándose un ingreso máximo de $0,38^\circ$, con respecto al centro del sistema, y un egreso máximo de medio grado de ángulo, con respecto al centro del sistema. La mínima que se visualizó en los ángulos de incidencia fue de $0,03^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha, y la mínima visualizada en los ángulos de consecuencia fue de $-0,42^\circ$, con respecto al centro del sistema.

Los resultados para el plano vertical (Y) y el plano horizontal (X) dan cuenta del distanciamiento de las respectivas medianas para resultados de incidencia y consecuencia. Tal distorsión es mayor para los resultados en el eje Y, y menor para los resultados en el eje X; aunque en ambos casos hay una tendencia a tomar valores mayores y hacia el plano negativo.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 30° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE TRONCO CÓNICA

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 30° de incidencia con munición de punta tronco cónica:

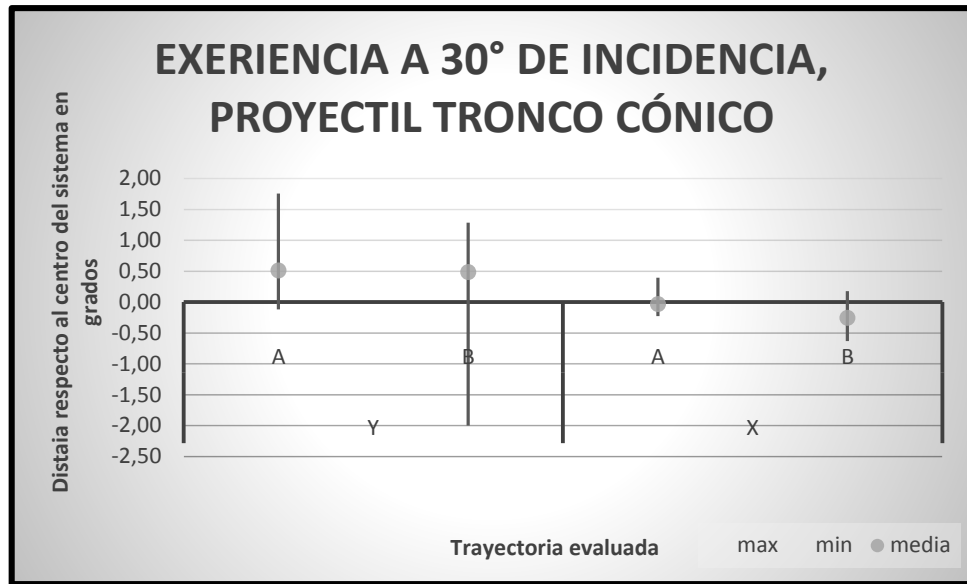


Gráfico 9: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 30° CON PUNTA TRONCO CÓNICA. Fuente: elaboración propia.

Se observa en las experiencias de incidencia de 30°, con munición tronco cónico, en el plano vertical (Y), que los promedios logrados son muy cercanos entre sí, y que ambos se encuentran por encima del centro del sistema, obteniendo como media incidente de 0,51°, con respecto al centro del sistema, y media consecuente de 0,49°, con respecto al centro del sistema. Ambos rangos son amplios, lo que lleva a una marcada diferencia entre la máxima y la mínima marcada; el rango de los ángulos de incidencia es 1,88°, y el rango de los ángulos consecuentes se eleva hasta alcanzar los 3,28°. Las máximas se registran por encima del centro del sistema, siendo superior la máxima de los ingresos, que llega a 1,76°, con respecto al centro del sistema, e inferior la máxima de los egresos, que llega a los 1,28°, con respecto al centro del sistema. La mínima que se observó en los ángulos incidentes fue de -0,12°, con respecto al centro del sistema por debajo, mientras que la mínima registrada para los ángulos de consecuencia fue de -2,00°, con respecto al centro del sistema.

En el plano horizontal (X) se puede observar que en promedio los proyectiles ingresaron cerca del centro del sistema, ya que se observa una media de -0,03°, con

respecto al centro del sistema, hacia la izquierda de éste, pero los mismos egresaron alejándose del centro del sistema hacia la izquierda en un promedio de $0,25^\circ$, con respecto al centro del sistema. Los rangos alcanzados son similares, siendo de $0,62^\circ$ para los ángulos de incidencia, y de $0,81^\circ$ para los ángulos de consecuencia. La máxima que registro en los ángulos incidente fue de $0,40^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la derecha, y la máxima registrada en los ángulos consecuentes también fue hacia la derecha del centro del sistema, pero más cerca de éste, en $0,18^\circ$, con respecto al centro del sistema. Las mínimas se registraron en ambos casos hacia la izquierda del centro del sistema, siendo de $-0,23^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de incidencia, y de $-0,63^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de consecuencia.

Los resultados para el plano vertical (Y) y el plano horizontal (X) dan cuenta del distanciamiento de las respectivas medianas para resultados de incidencia y consecuencia. Tal distorsión es notable para los resultados en el eje Y, y sutil para los resultados en el eje X; aunque en ambos casos hay una tendencia a tomar valores negativos.

DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 30° DE INCIDENCIA CON MUNICIÓN DE PUNTA OJIVAL

Gráfico de resumen del comportamiento de los ángulos alfa (α), y beta (β) en experiencia de 30° de incidencia con munición de punta ojival:

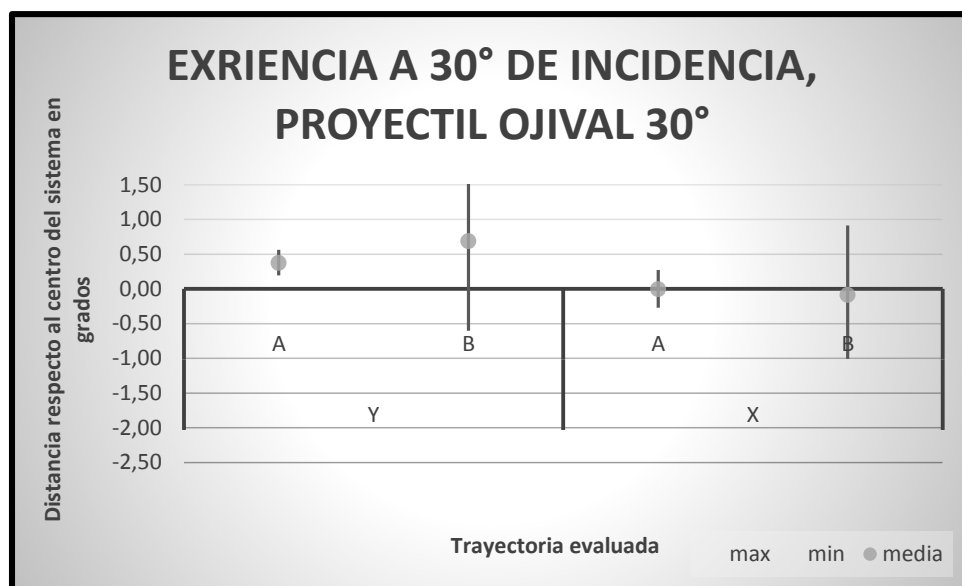


Gráfico 10: DISCUSIÓN POR EXPERIENCIA ENFRENTANDO ÁNGULO ALFA CON ÁNGULO BETA, COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS ALFA Y BETA EN EXPERIENCIA DE 30° CON PUNTA OJIVAL. Fuente: elaboración propia.

En la experiencia que se realizó para ángulo de incidencia de 30° con munición de punta ojival, se observó en el plano vertical (Y) que el promedio logrado en los ángulos de incidencia fue de 0,37°, con respecto al centro del sistema, por encima del mismo, mientras que el logrado para los ángulos de consecuencia fue de 0,69°, con respecto al centro del sistema, también por encima. Se observa una marcada variación en los rangos, existiendo un rango de 0,37° para los ángulos de incidencia, y creciendo hasta los 2,69° en los ángulos de consecuencia. La máxima observada en los ángulos de incidencia fue de 0,56°, con respecto al centro del sistema, por encima, mientras que la máxima de los ángulos de incidencia llega hasta los 2,08°, con respecto al centro del sistema, también por encima de éste. La mínima que acusó el ingreso fue de 0,20°, con respecto al centro del sistema, y la mínima de los egresos desciende hasta los -0,60°, con respecto al centro del sistema.

Para el plano horizontal (X) los promedios fueron muy cercanos entre sí, y cercanos a centro del sistema, ya que la media de los ángulos de incidencia es de 0°, con respecto al centro del sistema, lo cual indica que en promedio los proyectiles ingresaron

describiendo el ángulo de incidencia deseado, y la media de los ángulos de consecuencia desciende levemente, llegando a los $-0,09^\circ$, con respecto al centro del sistema, hacia la izquierda. El rango incidente es de $0,54^\circ$, y el consecuente asciende hasta $1,92^\circ$. La máxima que se registra en el ingreso es de $0,97^\circ$, con respecto al centro del sistema, y la de los egresos es de $0,91^\circ$, con respecto al centro del sistema, ambas hacia la derecha. Las mínimas se encuentran hacia la izquierda del centro del sistema, siendo de $-0,27^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de incidencia y de $-1,01^\circ$, con respecto al centro del sistema, para los ángulos de consecuencia.

Tanto para los resultados en el plano vertical (Y) como para el plano horizontal (X), las medianas son próximas entre sí. No obstante para el eje estas se encuentran en valores positivos, mientras que para X lo están en valores negativos.

CAPÍTULO VI

❖ CONCLUSIONES

❖ OTRAS LÍNEAS INVESTIGATIVAS

6.1. CONCLUSIONES

COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS INCIDENTES

En general, el promedio de los ángulos incidentes que se lograron, son cercanos a los respectivos ángulos incidentes deseados, según la experiencia realizada. Los rangos logrados no presentan grandes distorsiones, excepto en la experiencia que se realizó para ángulos de incidencia de 30° con munición de punta tronco cónica, la cual incrementa la amplitud de su rango.

COMPORTAMIENTO DE LOS ÁNGULOS CONSECUENTES

- *Comportamientos según el ángulo de incidencia:*

Se observa que, para la experiencia de 90° , el rango de los ángulos consecuentes, con relación al rango de sus respectivos ángulos incidentes, sufre una leve ampliación, marcándose más con munición ojival, en el eje horizontal. La amplitud del rango consecuente agrupa los mismos valores que el rango de los ángulos incidentes. Esto ocurre tanto en el eje horizontal como en el eje vertical puesto que sus medianas son próximas entre sí.

Para la experiencia de 70° , se sigue cumpliendo el mismo comportamiento que para los ángulos de 90° , ya que el rango consecuente es mayor que el rango incidente. Sin embargo debe advertirse una diferencia respecto del ángulo anterior, puesto que en general las medianas de los ángulos consecuentes tienden a alejarse del valor tomado por la mediana de los ángulos incidentes (excepto en las experiencias para eje horizontal con munición ojival). Lo anterior determina que los rangos de los ángulos consecuentes tiendan a tomar valores mayores (hacia el plano positivo), llegando incluso a no contener los mismos resultados que su respectiva incidencia, tal como ocurre para el eje Y con munición tronco cónica.

En la experiencia de 50° de incidencia, los ángulos consecuentes consiguen un rango en el eje vertical intensamente superior al rango de incidencia, tomando valores negativos; si bien en el eje horizontal la amplitud del rango también aumenta considerablemente, es menor que en el eje vertical, y su amplitud toma los valores de los rangos incidentes, y se desplazan tomando valores negativos.

De modo similar a lo que ocurre para la experiencia de 70° de incidencia, las respectivas medianas para ángulos de consecuencia tomaron distancia de las medianas para ángulos de incidencia, sin embargo en este caso lo hicieron hacia valores en el plano negativo.

Para la experiencia de 30° de incidencia, el comportamiento de los rangos es semejante que el comportamiento de los rangos de consecuencia en los ángulos de 50° ; pero en ésta experiencia la amplitud de los rangos de consecuencia en los proyectiles de punta tronco cónica toman valores de rango de incidencia, desplazándose hacia los valores negativos puesto que sus respectivas medianas se distanciaron en el sentido declarado anteriormente. Diferente es el comportamiento que se describe para las trayectorias con proyectiles de punta ojival, donde la amplitud de los rangos consecuentes tiene un comportamiento determinado por la proximidad y baja distorsión de sus respectivas medianas con respecto a las medianas de los ángulos de incidencia.

- *Comportamiento según la munición usada:*

No se observan grandes contrastes según las puntas de los proyectiles usadas, la diferencia de los rangos ángulos de consecuencia con sus respectivos rangos de los ángulos de incidencia, aumentan en similares medidas según el ángulo de incidencia a los que se los expongan.

- *Comportamiento según el eje del plano:*

Se puede observar que el comportamiento de los ángulos de consecuencia en el plano vertical (Y), el rango se va ampliando paulatinamente desde la experiencia de 90°

de incidencia, siendo levemente mayor a 70°, creciendo considerablemente en la experiencia de 50°, y volviendo a crecer levemente a 30° de incidencia.

En el plano horizontal (X) se produce el menor rango en la experiencia de 30° de incidencia con munición de punta tronco cónico, y el mayor rango en experiencia a 70° de incidencia con munición de tronco cónica. Entre el mayor rango que se visualiza y el menor hay una gran variación, encontrándose el resto de los rangos entre estos valores.

6.2. OTRAS LÍNEAS INVESTIGATIVAS

Debido a que el trabajo realizado se basó en un tipo de arma de fuego y munición específica, impactando sobre un blanco de determinado material es por lo que se plantean distintos temas de interés científico, para posibles futuras investigaciones:

- *¿tienen el mismo comportamiento los ángulos de incidencia y de consecuencia si se modifica el calibre de la lámina de acero?*
- *¿cuál es el comportamiento de los ángulos de incidencia y de consecuencia si un proyectil impacta en material no metálico que conforman a los automóviles?*
- *¿Cuál es el comportamiento de los ángulos de incidencia y de consecuencia si un proyectil impacta tapizado de automóviles?*

BIBLIOGRAFÍA

Ferreyro, M. F. (2007). *Manual de criminalística. Peritajes balísticos y metodologías*. Montevideo Bs. As.: B de F.

Garamendi, P. (2004). Lesión por disparo con rebote atípico de proyectil 9mm Luger KPO. *Cuaderno de medicina forense*. (37). Recuperado el 7 de febrero de 2014 de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?scrip=sci_arttext&pid=S1135-76062004000300006=es&nrm=iso]

Gobby, E. (1983). Vidrios. En Gardini, F; Carrara, A; Centron, D; Fernández, E; Graells de Kempny, R; Granja; J; Guatelli, M; Gurrea, M; Macchi, J; Montalto de Mecca, M; Oneto, M; Padula, R; Palacios, C; Penacino, G; Rodríguez Angriman, A; Rubinstein de Rodríguez, M; salvo, R; Viglione, A; Vopalto, E. *Tratado de Criminalística. La química analítica en la investigación del delito. Tomo II*. Buenos Aires: Policial.

Guevara, C. (2010). *Determinación de la posición del tirador a través del ángulo de incidencia en disparos efectuados a superficies metálicas* (Tesina de grado). Recuperado el 5 de febrero de 2014, de <http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/282>

Guevara, C. (2013). *Comportamiento de la trayectoria consecuente de un proyectil calibre 9mm después de atravesar una lámina de acero suave* (Tesis de maestría). Recuperado el 5 de febrero de 2014, de <http://icgpublicaciones.wordpress.com/2014/01/28/conocer-el-comportamiento-de-la-trayectoria-consecuente-de-un-proyectil/>

Guzmán, C. (1997). *Manual de criminalística*. Buenos Aires: La Rocca.

Guzmán, C. (2000). *Manual de criminalística*. Buenos Aires: La Rocca.

Guzmán, C., Ferreyro, M. (2013). *Tratado de balística. Balística de efectos y guía para el perito* (Vol 3). Buenos Aires: B de F.

Nieto Alonso, J. (2002). *Apuntes de criminalística*. Edición Tecnos.

Rossi, C. (2014). *Investigación balística de efectos: estudios de los signos característicos de la trayectoria incidentes con diferentes ángulos de impacto, sobre placas de acero laminado*. Mendoza: CIUDA.

ANEXOS

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 90° con munición tronco cónica, en el plano vertical (Y).

punta	ángulo	disparo N°	"Y"			γ	β
			A	B	C		
TC	90	1	0	-0,053	2,153	89,86	-90,14
TC	90	2	0	-1,799	-0,053	89,87	-90,13
TC	90	3	0	-3,316	-1,464	89,86	-90,14
TC	90	4	0	-2,329	-4,514	-89,88	-89,88
TC	90	5	0	0,449	0,767	89,98	89,98
TC	90	6	0	-3,445	-5,8	-89,87	-89,87
TC	90	7	0	-3,175	-1,455	89,87	-90,13
TC	90	8	0	-2,513	-6,006	-89,79	-89,79
TC	90	9	0	-4,709	-2,434	89,82	-90,18
TC	90	10	0	-1,355	-0,932	89,96	-90,04
TC	90	11	0	-3,532	-9,844	-89,62	-89,62
TC	90	12	0	-4,478	-1,408	89,77	-90,23
TC	90	13	0	-4,208	-7,39	-89,83	-89,83
TC	90	14	0	-3,978	-6,517	-89,86	-89,86
TC	90	15	0	-5,857	-15,464	-89,42	-89,42
TC	90	16	0	-4,872	-7,663	-89,86	-89,86
TC	90	17	0	-2,091	-4,711	-89,85	-89,85
TC	90	18	0	-0,483	2,209	89,82	-90,18
TC	90	19	0	-2,173	1,701	89,73	-90,27
TC	90	20	0	-3,016	-6,403	-89,80	-89,80
TC	90	21	0	-5,16	-9,122	-89,78	-89,78
TC	90	22	0	0,635	3,151	89,84	89,84
TC	90	23	0	0,083	6,138	89,61	89,61
TC	90	24	0	-3,083	-6,232	-89,82	-89,82
TC	90	25	0	-3,351	-2,414	89,92	-90,08
TC	90	26	0	-3,138	-11,975	-89,45	-89,45
TC	90	27	0	-0,679	-0,838	-89,99	-89,99
TC	90	28	0	-3,176	-4,869	-89,91	-89,91
TC	90	29	0	0,572	-0,588	-89,92	90,08
TC	90	30	0	-0,932	-0,675	89,98	-90,02
TC	90	31	0	2,566	4,22	89,91	89,91

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 90° con munición ojival, en el plano vertical (Y).

OJIVAL	90	1	0	-1,193	-2,589	-89,92	-89,92
OJIVAL	90	2	0	-0,946	1,778	89,82	-90,18
OJIVAL	90	3	0	-1,167	2,45	89,76	-90,24
OJIVAL	90	4	0	-3,836	-3,154	89,93	-90,07
OJIVAL	90	5	0	-3,736	0,458	89,70	-90,30
OJIVAL	90	6	0	1,568	4,338	89,83	89,83
OJIVAL	90	7	0	-5,152	-7,17	-89,91	-89,91
OJIVAL	90	8	0	-1,534	-2,863	-89,93	-89,93
OJIVAL	90	9	0	-0,384	-1,204	-89,95	-89,95
OJIVAL	90	10	0	2,329	0,582	-89,87	90,13
OJIVAL	90	11	0	1,973	8,16	89,62	89,62
OJIVAL	90	12	0	-0,956	0,168	89,92	-90,08
OJIVAL	90	13	0	1,508	2,556	89,94	89,94
OJIVAL	90	14	0	1,399	-2,228	-89,76	90,24
OJIVAL	90	15	0	-2,164	1,679	89,74	-90,26
OJIVAL	90	16	0	0,116	2,664	89,84	89,84
OJIVAL	90	17	0	-0,823	-4,766	-89,75	-89,75
OJIVAL	90	18	0	1,84	0,948	-89,93	90,07
OJIVAL	90	19	0	-2,427	1,094	89,76	-90,24
OJIVAL	90	20	0	-1,769	-2,721	-89,95	-89,95
OJIVAL	90	21	0	-0,589	-2,421	-89,89	-89,89
OJIVAL	90	22	0	-4,761	-3,587	89,89	-90,11
OJIVAL	90	23	0	0,61	1,536	89,94	89,94
OJIVAL	90	24	0	-3,545	-6,904	-89,81	-89,81
OJIVAL	90	25	0	-2,704	-5,872	-89,82	-89,82
OJIVAL	90	26	0	2,196	3,386	89,94	89,94
OJIVAL	90	27	0	0,376	1,653	89,92	89,92
OJIVAL	90	28	0	-4,696	-1,852	89,78	-90,22
OJIVAL	90	29	0	-1,165	-5,363	-89,74	-89,74
OJIVAL	90	30	0	-3,219	0,143	89,76	-90,24
OJIVAL	90	31	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 90° con munición tronco cónica, en el plano horizontal (X).

punta	ángulo	disparo N°	"X"			γ	β
			A	B	C		
TC	90	1	0	-2,646	-2,411	89,97	-90,03
TC	90	2	0	-1,111	0,477	89,89	-90,11
TC	90	3	0	5,265	10,027	89,73	89,73
TC	90	4	0	2,064	3,545	89,92	89,92
TC	90	5	0	2,831	0,714	-89,84	90,16
TC	90	6	0	3,439	4,418	89,96	89,96
TC	90	7	0	3,545	4,789	89,95	89,95
TC	90	8	0	4,524	7,223	89,86	89,86
TC	90	9	0	2,646	6,191	89,79	89,79
TC	90	10	0	4,662	6,408	89,92	89,92
TC	90	11	0	4,828	13,405	89,48	89,48
TC	90	12	0	2,651	5,417	89,84	89,84
TC	90	13	0	3,789	12,5	89,47	89,47
TC	90	14	0	5,113	9,029	89,78	89,78
TC	90	15	0	3,694	4,354	89,98	89,98
TC	90	16	0	5,516	10,358	89,73	89,73
TC	90	17	0	5,319	12,535	89,57	89,57
TC	90	18	0	6,005	7,679	89,94	89,94
TC	90	19	0	3,248	5,669	89,87	89,87
TC	90	20	0	4,696	7,064	89,88	89,88
TC	90	21	0	4,432	8,844	89,75	89,75
TC	90	22	0	4,353	5,506	89,96	89,96
TC	90	23	0	5,375	9,298	89,79	89,79
TC	90	24	0	4,618	10,564	89,65	89,65
TC	90	25	0	3,892	6,105	89,89	89,89
TC	90	26	0	1,876	3,559	89,90	89,90
TC	90	27	0	4,819	4,568	-89,95	90,05
TC	90	28	0	2,846	1,689	-89,90	90,10
TC	90	29	0	4,272	1,793	-89,81	90,19
TC	90	30	0	2,905	2,037	-89,92	90,08
TC	90	31	0	5,146	1,045	-89,70	90,30

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 90° con munición ojival, en el plano horizontal (X).

OJIVAL	90	1	0	-1,608	-5,59	-89,75	-89,75
OJIVAL	90	2	0	2,816	10,231	89,54	89,54
OJIVAL	90	3	0	-0,003	8,139	89,47	-90,53
OJIVAL	90	4	0	-0,696	-11,175	-89,33	-89,33
OJIVAL	90	5	0	-1,626	-7,091	-89,66	-89,66
OJIVAL	90	6	0	2,026	14,713	89,20	89,20
OJIVAL	90	7	0	-1,043	8,158	89,40	-90,60
OJIVAL	90	8	0	1,231	10,24	89,43	89,43
OJIVAL	90	9	0	1,98	12,141	89,36	89,36
OJIVAL	90	10	0	-2,394	13,21	88,98	-91,02
OJIVAL	90	11	0	2,57	15,848	89,16	89,16
OJIVAL	90	12	0	0,543	12,489	89,23	89,23
OJIVAL	90	13	0	2,578	15,36	89,19	89,19
OJIVAL	90	14	0	2,454	16,688	89,10	89,10
OJIVAL	90	15	0	0,562	13,925	89,14	89,14
OJIVAL	90	16	0	-0,362	-8,791	-89,46	-89,46
OJIVAL	90	17	0	1,345	13,529	89,22	89,22
OJIVAL	90	18	0	2,867	15,371	89,21	89,21
OJIVAL	90	19	0	1,819	4,405	89,85	89,85
OJIVAL	90	20	0	2,173	14,178	89,24	89,24
OJIVAL	90	21	0	3,784	15,227	89,29	89,29
OJIVAL	90	22	0	0,901	2,252	89,92	89,92
OJIVAL	90	23	0	2,692	16,795	89,11	89,11
OJIVAL	90	24	0	3,186	-6,991	-89,32	90,68
OJIVAL	90	25	0	4,146	19,502	89,04	89,04
OJIVAL	90	26	0	6,175	20,939	89,09	89,09
OJIVAL	90	27	0	4,74	20,866	88,99	88,99
OJIVAL	90	28	0	1,826	-0,179	-89,86	90,14
OJIVAL	90	29	0	3,29	17,054	89,14	89,14
OJIVAL	90	30	0	2,106	7,328	89,68	89,68
OJIVAL	90	31	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 70° con munición tronco cónica, en el plano vertical (Y).

TC	70	1	0	1,206	12,191	89,30	69,30
TC	70	2	0	-0,159	9,207	89,40	-70,60
TC	70	3	0	1,376	10,622	89,41	69,41
TC	70	4	0	-0,431	9,184	89,38	-70,62
TC	70	5	0	0,086	13,534	89,13	69,13
TC	70	6	0	-0,202	12,433	89,19	-70,81
TC	70	7	0	2,62	19,226	88,95	68,95
TC	70	8	0	-0,397	8,162	89,45	-70,55
TC	70	9	0	0,866	13,301	89,21	69,21
TC	70	10	0	4,399	23,449	88,81	68,81
TC	70	11	0	3,962	18,448	89,10	69,10
TC	70	12	0	3,367	15,723	89,23	69,23
TC	70	13	0	4,107	21,339	88,92	68,92
TC	70	14	0	1,204	11,39	89,35	69,35
TC	70	15	0	1,687	16,603	89,05	69,05
TC	70	16	0	0,767	15,26	89,07	69,07
TC	70	17	0	4,815	14,836	89,39	69,39
TC	70	18	0	5	16,003	89,33	69,33
TC	70	19	0	2,884	11,205	89,48	69,48
TC	70	20	0	2,534	10,074	89,53	69,53
TC	70	21	0	3,956	20,221	88,98	68,98
TC	70	22	0	1,722	8,859	89,55	69,55
TC	70	23	0	2,871	17,396	89,09	69,09
TC	70	24	0	2,5	16,847	89,09	69,09
TC	70	25	0	0,595	13,335	89,18	69,18
TC	70	26	0	4,802	20,856	89,00	69,00
TC	70	27	0	1,984	12,475	89,34	69,34
TC	70	28	0	0,814	15,319	89,07	69,07
TC	70	29	0	3,557	20,563	88,93	68,93
TC	70	30	0	1,872	12,257	89,34	69,34
TC	70	31	0	3,162	17,489	89,10	69,10

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 70° con munición ojival, en el plano vertical (Y).

OJIVAL	70	1	0	0,31	8,655	89,46	69,46
OJIVAL	70	2	0	0,078	7,036	89,55	69,55
OJIVAL	70	3	0	-2,601	11,993	89,04	-70,96
OJIVAL	70	4	0	-1,073	15,08	88,95	-71,05
OJIVAL	70	5	0	1,106	13,532	89,21	69,21
OJIVAL	70	6	0	0,919	14,095	89,16	69,16
OJIVAL	70	7	0	3,369	11,671	89,49	69,49
OJIVAL	70	8	0	1,275	12,054	89,32	69,32
OJIVAL	70	9	0	0,621	17,118	88,94	68,94
OJIVAL	70	10	0	-0,054	13,935	89,10	-70,90
OJIVAL	70	11	0	-0,683	14,532	89,02	-70,98
OJIVAL	70	12	0	-2,807	10,146	89,15	-70,85
OJIVAL	70	13	0	4,568	21,978	88,91	68,91
OJIVAL	70	14	0	-1,32	12,761	89,08	-70,92
OJIVAL	70	15	0	-0,024	14,351	89,07	-70,93
OJIVAL	70	16	0	-2,293	12,659	89,02	-70,98
OJIVAL	70	17	0	-1,826	0,598	89,83	-70,17
OJIVAL	70	18	0	-3,466	12,687	88,94	-71,06
OJIVAL	70	19	0	0,953	11,523	89,33	69,33
OJIVAL	70	20	0	1,204	16,369	89,03	69,03
OJIVAL	70	21	0	0,767	12,776	89,23	69,23
OJIVAL	70	22	0	-0,788	9,397	89,34	-70,66
OJIVAL	70	23	0	1,118	14,467	89,15	69,15
OJIVAL	70	24	0	3,029	16,325	89,17	69,17
OJIVAL	70	25	0	-1,707	14,376	88,95	-71,05
OJIVAL	70	26	0	2,738	6,317	89,79	69,79
OJIVAL	70	27	0	-1,584	10,041	89,24	-70,76
OJIVAL	70	28	0	-1,808	13,533	89,00	-71,00
OJIVAL	70	29	0	-2,027	8,747	89,29	-70,71
OJIVAL	70	30	0	1,731	11,393	89,39	69,39
OJIVAL	70	31	0	2,339	S/D	S/D	S/D

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 70° con munición tronco cónica, en el plano horizontal (X).

TC	70	1	0	-8,161	-9,105	-90,00	-90,00
TC	70	2	0	-2,944	-7,487	-89,73	-89,73
TC	70	3	0	-2,595	-10,816	-89,49	-89,49
TC	70	4	0	-1,731	-5,027	-89,80	-89,80
TC	70	5	0	-1,995	-6,174	-89,75	-89,75
TC	70	6	0	-3,368	-10,042	-89,59	-89,59
TC	70	7	0	-3,175	-7,964	-89,71	-89,71
TC	70	8	0	-2,765	-7,898	-89,69	-89,69
TC	70	9	0	-2,209	-4,981	-89,84	-89,84
TC	70	10	0	-5,014	-10,564	-89,68	-89,68
TC	70	11	0	-2,58	-9,089	-89,60	-89,60
TC	70	12	0	-3,321	-7,911	-89,73	-89,73
TC	70	13	0	-1,686	-8,678	-89,56	-89,56
TC	70	14	0	-2,867	-7,55	-89,72	-89,72
TC	70	15	0	-4,213	-10,873	-89,60	-89,60
TC	70	16	0	-2,448	-11,688	-89,42	-89,42
TC	70	17	0	-3,373	-9,677	-89,62	-89,62
TC	70	18	0	-2,255	-6,553	-89,74	-89,74
TC	70	19	0	-1,131	-6,998	-89,63	-89,63
TC	70	20	0	-2,593	-8,09	-89,66	-89,66
TC	70	21	0	-1,085	-2,19	-89,94	-89,94
TC	70	22	0	-4,908	-11,067	-89,64	-89,64
TC	70	23	0	-1,376	-6,463	-89,68	-89,68
TC	70	24	0	-2,739	-8,335	-89,66	-89,66
TC	70	25	0	-2,262	-6,978	-89,71	-89,71
TC	70	26	0	-2,143	-2,507	-89,99	-89,99
TC	70	27	0	-1,621	-2,633	-89,95	-89,95
TC	70	28	0	-3,538	-10,576	-89,57	-89,57
TC	70	29	0	-3,996	-7,183	-89,82	-89,82
TC	70	30	0	-5,709	-10,266	-89,75	-89,75
TC	70	31	0	-6,641	18,151	88,36	-91,64

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 70° con munición ojival, en el plano horizontal (X).

OJIVAL	70	1	0	0,582	15,093	89,07	89,07
OJIVAL	70	2	0	2,184	18,806	88,95	88,95
OJIVAL	70	3	0	-1,313	1,898	89,78	-90,22
OJIVAL	70	4	0	-1,735	3,695	89,64	-90,36
OJIVAL	70	5	0	0,286	7,316	89,55	89,55
OJIVAL	70	6	0	0,683	3,963	89,79	89,79
OJIVAL	70	7	0	0,554	12,869	89,21	89,21
OJIVAL	70	8	0	3,879	21,567	88,89	88,89
OJIVAL	70	9	0	-0,679	5,979	89,57	-90,43
OJIVAL	70	10	0	1,236	6,615	89,66	89,66
OJIVAL	70	11	0	1,404	9,942	89,46	89,46
OJIVAL	70	12	0	-2,932	-14,023	-89,31	-89,31
OJIVAL	70	13	0	-0,81	8,685	89,38	-90,62
OJIVAL	70	14	0	-1,413	-4,746	-89,80	-89,80
OJIVAL	70	15	0	-2,714	-0,996	89,87	-90,13
OJIVAL	70	16	0	-1,431	-0,289	89,92	-90,08
OJIVAL	70	17	0	3,625	5,292	89,92	89,92
OJIVAL	70	18	0	-2,275	-14,486	-89,23	-89,23
OJIVAL	70	19	0	0,185	5,807	89,64	89,64
OJIVAL	70	20	0	0,502	-5,504	-89,61	90,39
OJIVAL	70	21	0	-3,678	-4,644	-89,96	-89,96
OJIVAL	70	22	0	-0,942	8,034	89,42	-90,58
OJIVAL	70	23	0	-1,019	6,833	89,49	-90,51
OJIVAL	70	24	0	-0,913	9,551	89,32	-90,68
OJIVAL	70	25	0	-0,013	-7,898	-89,49	-89,49
OJIVAL	70	26	0	0,093	7,058	89,55	89,55
OJIVAL	70	27	0	-0,413	-13,705	-89,15	-89,15
OJIVAL	70	28	0	-1,545	-7,62	-89,62	-89,62
OJIVAL	70	29	0	0,507	2,057	89,90	89,90
OJIVAL	70	30	0	2,159	16,093	89,12	89,12
OJIVAL	70	31	0	0,58	S/D	S/D	S/D

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 50° con munición tronco cónica, en el plano vertical (Y).

TC	50	1	0	-3,519	-28,78	-88,40	-48,40
TC	50	2	0	-3,744	-20,638	-88,94	-48,94
TC	50	3	0	-5,345	-26,855	-88,66	-48,66
TC	50	4	0	-6,634	-22,267	-89,04	-49,04
TC	50	5	0	-5,623	-31,552	-88,37	-48,37
TC	50	6	0	-6,661	-26,889	-88,75	-48,75
TC	50	7	0	-5,98	-25,929	-88,76	-48,76
TC	50	8	0	-7,235	-35,381	-88,24	-48,24
TC	50	9	0	-6,396	-20,545	-89,14	-49,14
TC	50	10	0	-7,157	-26,574	-88,80	-48,80
TC	50	11	0	-5,933	-28,786	-88,57	-48,57
TC	50	12	0	-5,92	-24,877	-88,82	-48,82
TC	50	13	0	-5,974	-25,321	-88,80	-48,80
TC	50	14	0	-4,842	-19,827	-89,07	-49,07
TC	50	15	0	-5,55	-23,594	-88,88	-48,88
TC	50	16	0	-5,1	-20,691	-89,03	-49,03
TC	50	17	0	-3,006	-22,135	-88,79	-48,79
TC	50	18	0	-6,595	-32,735	-88,37	-48,37
TC	50	19	0	-1,032	-11,516	-89,33	-49,33
TC	50	20	0	-5,397	-32,914	-88,27	-48,27
TC	50	21	0	-4,782	-28,796	-88,49	-48,49
TC	50	22	0	-6,535	-30,321	-88,52	-48,52
TC	50	23	0	-3,796	-47,473	-87,22	-47,22
TC	50	24	0	-2,864	-51,282	-86,91	-46,91
TC	50	25	0	-6,258	-26,113	-88,77	-48,77
TC	50	26	0	-4,875	-37,087	-87,97	-47,97
TC	50	27	0	-5,238	-24,09	-88,83	-48,83
TC	50	28	0	-5,762	-25,335	-88,78	-48,78
TC	50	29	0	-2,46	-17,641	-89,04	-49,04
TC	50	30	0	-4,246	-43,535	-87,51	-47,51
TC	50	31	0	-5,132	-24,72	-88,78	-48,78

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 50° con munición ojival, en el plano vertical (Y).

OJIVAL	50	1	0	0,526	-24,491	-88,39	51,61
OJIVAL	50	2	0	-1,272	-17,086	-88,99	-48,99
OJIVAL	50	3	0	-3,524	-33,06	-88,13	-48,13
OJIVAL	50	4	0	-0,014	-21,669	-88,61	-48,61
OJIVAL	50	5	0	-3,362	-27,054	-88,50	-48,50
OJIVAL	50	6	0	-5	-32,319	-88,28	-48,28
OJIVAL	50	7	0	-3,386	-32,266	-88,17	-48,17
OJIVAL	50	8	0	-2,316	-27,343	-88,41	-48,41
OJIVAL	50	9	0	-2,719	-25,945	-88,53	-48,53
OJIVAL	50	10	0	-4,259	-30,91	-88,32	-48,32
OJIVAL	50	11	0	-5,185	-33,685	-88,21	-48,21
OJIVAL	50	12	0	-5,027	-35,838	-88,06	-48,06
OJIVAL	50	13	0	-4,76	-31,338	-88,33	-48,33
OJIVAL	50	14	0	-4,578	-31,119	-88,33	-48,33
OJIVAL	50	15	0	-2,732	-62,48	-86,19	-46,19
OJIVAL	50	16	0	-6,479	-34,041	-88,28	-48,28
OJIVAL	50	17	0	-8,08	-41,197	-87,93	-47,93
OJIVAL	50	18	0	-5,696	-33,765	-88,24	-48,24
OJIVAL	50	19	0	-4,842	-29,389	-88,46	-48,46
OJIVAL	50	20	0	-6,362	-33,394	-88,31	-48,31
OJIVAL	50	21	0	-5,034	-30,236	-88,42	-48,42
OJIVAL	50	22	0	-6,82	-37,598	-88,07	-48,07
OJIVAL	50	23	0	-6,264	-29,336	-88,56	-48,56
OJIVAL	50	24	0	-5,767	-38,805	-87,92	-47,92
OJIVAL	50	25	0	-3,512	-27,417	-88,49	-48,49
OJIVAL	50	26	0	-5,555	-34,604	-88,17	-48,17
OJIVAL	50	27	0	-7,778	-34,738	-88,32	-48,32
OJIVAL	50	28	0	-4,912	-49,824	-87,15	-47,15
OJIVAL	50	29	0	-6,849	-40,089	-87,91	-47,91
OJIVAL	50	30	0	-4,808	-30,694	-88,37	-48,37
OJIVAL	50	31	0	-3,646	-33,074	-88,14	-48,14

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 50° con munición tronco cónica, en el plano horizontal (X).

TC	50	1	0	2,362	1,608	-89,94	90,06
TC	50	2	0	3,718	1,806	-89,85	90,15
TC	50	3	0	4,934	5,669	89,99	89,99
TC	50	4	0	6,734	15,731	89,47	89,47
TC	50	5	0	3,294	7,151	89,78	89,78
TC	50	6	0	6,125	5,894	-89,94	90,06
TC	50	7	0	5,232	7,567	89,89	89,89
TC	50	8	0	9,481	20,91	89,33	89,33
TC	50	9	0	6,066	7,356	89,96	89,96
TC	50	10	0	6,198	13,753	89,56	89,56
TC	50	11	0	5,596	10,928	89,70	89,70
TC	50	12	0	4,869	9,491	89,74	89,74
TC	50	13	0	5,483	11,16	89,67	89,67
TC	50	14	0	6,926	10,929	89,79	89,79
TC	50	15	0	6,793	11,132	89,77	89,77
TC	50	16	0	6,422	7,507	89,98	89,98
TC	50	17	0	5,741	9,128	89,82	89,82
TC	50	18	0	6,065	10,147	89,78	89,78
TC	50	19	0	3,095	-1,852	-89,66	90,34
TC	50	20	0	5,861	4,154	-89,85	90,15
TC	50	21	0	4,505	2,995	-89,87	90,13
TC	50	22	0	5,404	6,284	89,98	89,98
TC	50	23	0	2,381	-8,156	-89,31	90,69
TC	50	24	0	2,752	-11,534	-89,06	90,94
TC	50	25	0	3,42	9,989	89,60	89,60
TC	50	26	0	4,603	1,042	-89,74	90,26
TC	50	27	0	5,53	5,193	-89,94	90,06
TC	50	28	0	5,417	7,627	89,90	89,90
TC	50	29	0	2,057	1,833	-89,97	90,03
TC	50	30	0	3,956	-5,462	-89,37	90,63
TC	50	31	0	3,512	6,074	89,86	89,86

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 50° con munición ojival, en el plano horizontal (X).

OJIVAL	50	1	0	6,185	13,623	89,57	89,57
OJIVAL	50	2	0	4,218	11,947	89,53	89,53
OJIVAL	50	3	0	3,824	10,686	89,59	89,59
OJIVAL	50	4	0	0,451	0,436	-90,00	90,00
OJIVAL	50	5	0	3,291	3,638	-90,00	90,00
OJIVAL	50	6	0	3,427	3,136	-89,96	90,04
OJIVAL	50	7	0	1,838	1,521	-89,97	90,03
OJIVAL	50	8	0	2,672	5,048	89,87	89,87
OJIVAL	50	9	0	3,824	8,535	89,72	89,72
OJIVAL	50	10	0	6,024	11,261	89,71	89,71
OJIVAL	50	11	0	4,647	7,328	89,86	89,86
OJIVAL	50	12	0	3,135	7,381	89,75	89,75
OJIVAL	50	13	0	4,27	8,525	89,76	89,76
OJIVAL	50	14	0	2,56	4,181	89,91	89,91
OJIVAL	50	15	0	5,095	2,72	-89,81	90,19
OJIVAL	50	16	0	4,062	8,853	89,72	89,72
OJIVAL	50	17	0	2,899	5,133	89,88	89,88
OJIVAL	50	18	0	4,079	3,483	-89,93	90,07
OJIVAL	50	19	0	5,609	14,054	89,50	89,50
OJIVAL	50	20	0	5,091	6,903	89,92	89,92
OJIVAL	50	21	0	3,278	-2,442	-89,61	90,39
OJIVAL	50	22	0	3,719	6,509	89,85	89,85
OJIVAL	50	23	0	5,287	4,027	-89,88	90,12
OJIVAL	50	24	0	4,162	6,852	89,86	89,86
OJIVAL	50	25	0	4,696	12,28	89,55	89,55
OJIVAL	50	26	0	4,769	8,881	89,77	89,77
OJIVAL	50	27	0	6,536	7,398	89,99	89,99
OJIVAL	50	28	0	4,771	-1,279	-89,58	90,42
OJIVAL	50	29	0	5,124	3,763	-89,88	90,12
OJIVAL	50	30	0	3,293	6,055	89,85	89,85
OJIVAL	50	31	0	4,434	10,932	89,61	89,61

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 30° con munición tronco cónica, en el plano vertical (Y).

TC	30	1	0	8,672	29,514	88,72	28,72
TC	30	2	0	10,762	28,8	88,91	28,91
TC	30	3	0	12,085	25,81	89,20	29,20
TC	30	4	0	10,127	11,816	89,97	29,97
TC	30	5	0	8,42	8,695	-89,95	30,05
TC	30	6	0	11,734	12,898	-89,99	30,01
TC	30	7	0	9,836	23,25	89,20	29,20
TC	30	8	0	9,486	25,394	89,04	29,04
TC	30	9	0	8,262	21,167	89,23	29,23
TC	30	10	0	S/D	14,281	S/D	S/D
TC	30	11	0	9,69	27,993	88,89	28,89
TC	30	12	0	9,922	23,356	89,20	29,20
TC	30	13	0	8,73	21,656	89,23	29,23
TC	30	14	0	10,114	22,312	89,29	29,29
TC	30	15	0	9,67	22,416	89,25	29,25
TC	30	16	0	11,106	17,898	89,64	29,64
TC	30	17	0	7,098	14,804	89,55	29,55
TC	30	18	0	6,712	16,151	89,44	29,44
TC	30	19	0	8,553	18,488	89,42	29,42
TC	30	20	0	10,293	23,925	89,19	29,19
TC	30	21	0	7,481	16,517	89,47	29,47
TC	30	22	0	6,191	12,991	89,61	29,61
TC	30	23	0	S/D	9,073	S/D	S/D
TC	30	24	0	7,435	15,816	89,51	29,51
TC	30	25	0	7,951	16,147	89,53	29,53
TC	30	26	0	10,564	26,1	89,07	29,07
TC	30	27	0	10,048	19,024	89,49	29,49
TC	30	28	0	-2,104	-1,984	89,98	-30,02
TC	30	29	0	-1,667	-2,361	-89,97	-29,97
TC	30	30	0	30,628	3,307	-88,00	32,00
TC	30	31	0	1,984	5,668	89,78	29,78

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 30° con munición ojival, en el plano vertical (Y).

OJIVAL	30	1	0	5,524	13,407	89,53	29,53
OJIVAL	30	2	0	5,548	12,982	89,56	29,56
OJIVAL	30	3	0	4,86	S/D	S/D	S/D
OJIVAL	30	4	0	5,653	20,22	89,10	29,10
OJIVAL	30	5	0	5,187	15,127	89,40	29,40
OJIVAL	30	6	0	6,769	21,584	89,09	29,09
OJIVAL	30	7	0	6,441	20,026	89,17	29,17
OJIVAL	30	8	0	8,717	17,794	89,48	29,48
OJIVAL	30	9	0	7,005	-1,525	-89,40	30,60
OJIVAL	30	10	0	8,214	S/D	S/D	S/D
OJIVAL	30	11	0	6,375	21,545	89,07	29,07
OJIVAL	30	12	0	4,664	15,486	89,33	29,33
OJIVAL	30	13	0	5,877	11,085	89,71	29,71
OJIVAL	30	14	0	8,388	22,487	89,15	29,15
OJIVAL	30	15	0	8,32	18,269	89,42	29,42
OJIVAL	30	16	0	6,97	20,397	89,18	29,18
OJIVAL	30	17	0	8,176	19,007	89,36	29,36
OJIVAL	30	18	0	6,303	11,893	89,69	29,69
OJIVAL	30	19	0	5,042	6,148	89,97	29,97
OJIVAL	30	20	0	4,6	17,755	89,18	29,18
OJIVAL	30	21	0	7,31	25,392	88,88	28,88
OJIVAL	30	22	0	7,096	18,623	89,31	29,31
OJIVAL	30	23	0	8,369	41,529	87,92	27,92
OJIVAL	30	24	0	4,391	14,886	89,35	29,35
OJIVAL	30	25	0	3,4	15,434	89,25	29,25
OJIVAL	30	26	0	8,728	25,948	88,95	28,95
OJIVAL	30	27	0	9,776	24,551	89,12	29,12
OJIVAL	30	28	0	6,361	16,568	89,39	29,39
OJIVAL	30	29	0	8,199	22,565	89,13	29,13
OJIVAL	30	30	0	4,749	12,23	89,55	29,55
OJIVAL	30	31	0	4,577	16,178	89,28	29,28

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 30° con munición tronco cónica, en el plano horizontal (X).

TC	30	1	0	-3,883	-11,509	-89,54	-89,54
TC	30	2	0	-1,118	-9,472	-89,47	-89,47
TC	30	3	0	1,786	-7,742	-89,37	90,63
TC	30	4	0	-2,295	-4,517	-89,87	-89,87
TC	30	5	0	-1,951	-3,149	-89,94	-89,94
TC	30	6	0	-2,521	-7,918	-89,67	-89,67
TC	30	7	0	-1,746	-7,839	-89,62	-89,62
TC	30	8	0	-3,108	-8,731	-89,66	-89,66
TC	30	9	0	-2,745	-10,259	-89,53	-89,53
TC	30	10	0	S/D	-7,422	S/D	S/D
TC	30	11	0	-0,727	-9,69	-89,43	-89,43
TC	30	12	0	-1,654	-2,639	-89,95	-89,95
TC	30	13	0	0,51	-1,634	-89,86	90,14
TC	30	14	0	0,338	-1,733	-89,86	90,14
TC	30	15	0	0,655	-2,476	-89,79	90,21
TC	30	16	0	-0,199	2,076	89,85	-90,15
TC	30	17	0	1,72	-1,951	-89,75	90,25
TC	30	18	0	0,031	-1,934	-89,87	90,13
TC	30	19	0	0,913	-2,095	-89,80	90,20
TC	30	20	0	-3,969	-7,746	-89,79	-89,79
TC	30	21	0	S/D	-4,358	S/D	S/D
TC	30	22	0	0,285	-4,253	-89,70	90,30
TC	30	23	0	S/D	-0,885	S/D	S/D
TC	30	24	0	-3,096	-7,243	-89,75	-89,75
TC	30	25	0	0,556	-4,055	-89,70	90,30
TC	30	26	0	1,905	0,211	-89,88	90,12
TC	30	27	0	6,899	10,411	89,82	89,82
TC	30	28	0	-0,199	-4,591	-89,72	-89,72
TC	30	29	0	-2,157	-4,611	-89,86	-89,86
TC	30	30	0	0,278	-6,542	-89,56	90,44
TC	30	31	0	1,085	-3,016	-89,73	90,27

Planilla de obtención de datos para experiencias realizadas a 30° con munición ojival, en el plano horizontal (X).

OJIVAL	30	1	0	-2,668	5,001	89,48	-90,52
OJIVAL	30	2	0	-1,539	-10,22	-89,45	-89,45
OJIVAL	30	3	0	-1,067	S/D	S/D	S/D
OJIVAL	30	4	0	-1,444	3,145	89,69	-90,31
OJIVAL	30	5	0	-4,68	-20,673	-89,00	-89,00
OJIVAL	30	6	0	-2,523	9,177	89,22	-90,78
OJIVAL	30	7	0	-0,362	13,71	89,09	-90,91
OJIVAL	30	8	0	-1	7,665	89,43	-90,57
OJIVAL	30	9	0	-1,034	-5,501	-89,72	-89,72
OJIVAL	30	10	0	-0,82	S/D	S/D	S/D
OJIVAL	30	11	0	0,963	-10,031	-89,28	90,72
OJIVAL	30	12	0	-2,121	-17,535	-89,02	-89,02
OJIVAL	30	13	0	0,994	-0,98	-89,86	90,14
OJIVAL	30	14	0	1,553	-2,059	-89,75	90,25
OJIVAL	30	15	0	-0,825	-16,517	-88,99	-88,99
OJIVAL	30	16	0	-3,858	-12,486	-89,47	-89,47
OJIVAL	30	17	0	1,246	-12,269	-89,12	90,88
OJIVAL	30	18	0	1,438	-5,854	-89,52	90,48
OJIVAL	30	19	0	1,448	4,609	89,81	89,81
OJIVAL	30	20	0	0,578	-6,91	-89,51	90,49
OJIVAL	30	21	0	-0,554	9,871	89,32	-90,68
OJIVAL	30	22	0	0,466	11,972	89,26	89,26
OJIVAL	30	23	0	-1,99	1,554	89,76	-90,24
OJIVAL	30	24	0	0,579	-5,796	-89,58	90,42
OJIVAL	30	25	0	0,25	-10,928	-89,27	90,73
OJIVAL	30	26	0	3,611	16,585	89,19	89,19
OJIVAL	30	27	0	3,796	-3,37	-89,51	90,49
OJIVAL	30	28	0	4,716	-1,661	-89,55	90,45
OJIVAL	30	29	0	3,098	16,436	89,16	89,16
OJIVAL	30	30	0	1,298	-2,666	-89,73	90,27
OJIVAL	30	31	0	-0,623	7,988	89,44	-90,56